

ALTERNATIVA SUSTENTABLE PARA EL MANEJO DE UN EFLUENTE DE LA INDUSTRIA DEL CUERO



LAURA MARÍA ISABEL LÓPEZ
LORENA VALERIA CORTIZO
FLORENCIA CRISTINA REY



i n f o r m e s

i n v e s t i g a c i ó n

ALTERNATIVA SUSTENTABLE
PARA EL MANEJO DE
UN EFLUENTE DE LA
INDUSTRIA DEL CUERO

López, Laura María Isabel

Alternativa sustentable para el manejo de un efluente de la industria del cuero / Laura María Isabel López ; Lorena Valeria Cortizo ; Florencia Cristina Rey. - 1a ed - Florencio Varela : Universidad Nacional Arturo Jauretche, 2023.

Libro digital, PDF/A - (Cuadernos de investigación. Informes)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-3679-87-2

1. Cuero. 2. Diseño Industrial. I. Cortizo, Lorena Valeria II. Rey, Florencia Cristina I. Cortizo, Lorena Valeria II. Rey, Florencia Cristina III. Título
CDD 745.53



Rector: Dr. Arnaldo Medina

Vicerrector: Ing. Miguel Binstock

Secretaría General: Mg. María Teresa Poccioni

Secretaría de Investigación y Vinculación Tecnológica: Dr. Patricio Narodowski

Directora de Gestión de la Investigación: Mg. Dolores Chiappe

Coordinadora de edición de la Secretaría de Investigación: Mayra Chaires

Coordinador Editorial: Ernesto Salas

Diseño de tapa: Gabriela Ruiz

Diagramación: Yanina Capdepón

Corrección de estilo: Victoria Piñera

1ª edición digital, Agosto de 2023

© 2023, UNAJ

Av. Calchaquí 6200 (CP1888)

Florencio Varela Buenos Aires, Argentina

Tel: +54 11 4275-6100

editorial@unaj.edu.ar

www.editorial.unaj.edu.ar

Este libro fue seleccionado, con referato externo, en la Convocatoria de Publicaciones de Obras inéditas 2020, realizada por la UNAJ.

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina (CC BY-NC-ND 2.5 AR)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

ALTERNATIVA SUSTENTABLE PARA EL MANEJO DE UN EFLUENTE DE LA INDUSTRIA DEL CUERO



LAURA MARÍA ISABEL LÓPEZ

LORENA VALERIA CORTIZO

FLORENCIA CRISTINA REY



ÍNDICE

Presentación (<i>Dr. Arnaldo Medina</i>).....	9
Introducción	11
Resumen	12
1. Antecedentes	12
2. Desarrollo experimental	15
2.1. Obtención de las muestras.....	15
2.2. Precipitación de proteínas.....	16
2.3. Caracterización de los efluentes.....	16
2.4. Análisis de las proteínas recuperadas.....	17
2.5. Identificación de las proteínas recuperadas (huella peptídica).....	18
3. Resultados obtenidos	19
3.1. Eliminación de proteínas por precipitación ácida.....	20
3.2. Caracterización e identificación de las proteínas recuperadas.....	22
4. Conclusiones	24
Referencias bibliográficas	27
Sobre las autoras	29

Los libros de la colección *Cuadernos de Investigación* son el resultado del trabajo continuo de equipos de investigación de nuestra universidad. Se trata de un proceso de permanente maduración de diversas líneas de trabajo y de actividades realizadas en el marco de los proyectos UNAJ Investiga, cuyas convocatorias dieron inicio en el año 2012, y de los Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTs) financiados por el Consejo Interuniversitario Nacional.

La publicación de los avances y resultados de las investigaciones de la UNAJ sobre temas de salud, ingeniería, ciencias sociales y humanas, resaltan el vínculo con las problemáticas particulares del territorio en el que nos insertamos a la vez que las trascienden contribuyendo al conocimiento de cuestiones generales nacionales.

Aunque no siempre considerada la actividad más visible, la investigación científica forma parte esencial de la tríada docencia, investigación, vinculación, constitutiva de la vida académica de las universidades públicas nacionales. La contribución al desarrollo del conocimiento de una comunidad es un patrimonio tangible construido por las instituciones de educación superior. En la tríada funcional de las universidades, la investigación es una zona de clivaje que mejora la actividad docente contribuyendo a la perspectiva del conocimiento y, por otro lado, escucha la voz de las necesidades de la comunidad proponiendo un determinado tipo de saberes para abordar los problemas del territorio. Como dijera

Arturo Jauretche, la construcción de un conocimiento construido desde nuestra realidad y centrado en nuestras necesidades.

Como parte de las universidades del Bicentenario, entre las que se incluye la UNAJ, asumimos la particularidad de nuestra inserción en comunidades con saberes, experiencias y culturas diversas que enriquecen la perspectiva del saber propio de la universidad. En este sentido se orientan las nuevas obras y artículos de investigación que aquí estamos presentando: *Jóvenes, identidades y territorios. La práctica del rap en el conurbano de Buenos Aires*; *Guía para la comunicación universitaria. Hacia un lenguaje no excluyente y con perspectiva de géneros*; *Postales varelenses: identidades, memorias y patrimonios*; *La enseñanza de la lectura y la escritura en la universidad. Dificultades, propuestas y desafíos*; *Una historia cultural descentrada. Estudios sobre el partido bonaerense de Florencio Varela en los años cuarenta*; *Un método rápido para la detección de trastornos metabólicos en recién nacidos*; *Alternativa sustentable para el manejo de un efluente de la industria del cuero*; *La Inteligencia Artificial y sus beneficios dentro del paradigma de la industria 4.0*; *Jabalíes y cerdos cimarrones en Argentina: una guía de manejo para los productores rurales*; *Relevamiento sociolingüístico en la UNAJ: 2019-2020*; *Feminización de la universidad y cuidados. Una mirada de género sobre la experiencia de ser estudiante en la UNAJ*; *Diversidad de Género, Diversidad y Género: Prácticas Organizacionales para Producir Diferencias*.

INTRODUCCIÓN

LAURA MARÍA ISABEL LÓPEZ

(Universidad Nacional Arturo Jauretche).

LORENA VALERIA CORTIZO

(Centro de Investigación en Tecnología del Cuero).

FLORENCIA CRISTINA REY

(Universidad Nacional Arturo Jauretche).

El presente trabajo se desarrolló en el marco del Programa de Estudios en Ambiente y Territorio (PEAT) del Instituto de Ciencias Sociales y Administración de la Universidad Nacional Arturo Jauretche (ICSyA-UNAJ) y se relaciona con el Trabajo de Integración Final de la alumna Florencia Cristina Rey para optar al grado de Licenciada en Gestión Ambiental (ICSyA-UNAJ). Subsidios involucrados: PICT-CABBIO 01616 y Proyecto de Investigación y Transferencia para Áreas Prioritarias de la Provincia de Buenos Aires (CICPBA). Laura María Isabel López se desempeña como investigadora independiente del CONICET y Lorena Valeria Cortizo es profesional principal de Apoyo a la Investigación en la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) (provincia de Buenos Aires).

Resumen

La industria del cuero es generadora de cantidades significativas de residuos industriales (sólidos, líquidos y gaseosos). Para aportar soluciones a una de las problemáticas, se investigó a partir del efluente líquido de la etapa de pelambre, uno de los más contaminantes, la implementación de nuevas prácticas para el aprovechamiento de material valioso y recuperable de estos desechos que podrían ser así reutilizados, disminuyendo notablemente la polución al cuerpo de agua receptor y al entorno. Los resultados obtenidos indican que a través de un proceso simple como es la precipitación a pH ácido resulta posible eliminar del efluente y recuperar más del 80% de las proteínas solubles presentes. Como consecuencia de dicho tratamiento, se logra una disminución importante (40%) de la demanda química de oxígeno (DQO), que es un parámetro directamente relacionado con el potencial contaminante del efluente. Las proteínas recuperadas a partir del efluente tratado fueron analizadas y las fracciones mayoritarias se identificaron como componentes del colágeno, una proteína de alto valor agregado. Esta metodología para el tratamiento de efluentes líquidos constituye una propuesta de producción más limpia (P+L), que permite minimizar los impactos negativos de la industria curtidora incorporando estrategias de la economía circular.

Palabras claves: curtiembre, proteínas, efluentes, sustentable, contaminación

1. Antecedentes

El cuero es un producto emblemático de la Argentina, sin embargo, el público en general no suele conocer las características de la actividad. Según la Cámara de la Industria Curtidora Argentina (CICA), el sector está integrado por más de 200 establecimientos fabriles, capacitados

para procesar anualmente más de 16 millones de cueros vacunos. Las operaciones se concentran en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe, aunque existen establecimientos en La Rioja, Mendoza, Salta, San Luis y en menor proporción en otras provincias. Alrededor del 60% de las curtiembres de nuestro país se ubica en la zona bonaerense, la Asociación de Curtidores de la Provincia de Buenos Aires (ACUBA) agrupa alrededor de 40 firmas de la zona sur del primer cordón. Existe una gran cantidad de pequeñas curtiembres, estas pymes trabajan con una escala reducida de producción, bajo nivel de automatización y fuerte impacto ambiental. La mayoría de las curtiembres de gran capacidad de producción (minoritarias en relación a las pymes en cuanto a número) cuentan con plantas propias de tratamiento de efluentes, y tienen certificaciones de calidad y ambientales desde fines de la década de 1990 (Salvador, 2013), adaptándose a las exigencias para competir en los mercados externos.

Podemos decir que la empresa curtidora está dominada por un grupo de grandes empresas que concentran la mayor parte de la producción y el 80% de las exportaciones de cueros semiterminados y terminados. El mercado local es abastecido por múltiples curtiembres medianas y chicas, que proveen al mercado interno de la industria del calzado, marroquinería y ropa de cuero.

Ambientalmente, el proceso industrial de curtido tiene graves problemáticas. Son necesarios alrededor de 500 kilos de productos químicos para el procesamiento de una tonelada de cuero crudo; se estima que un 85% de dichos productos no se incorporan en el cuero acabado y son eliminados con los efluentes. La producción también requiere la eliminación de la mayoría de los componentes de la piel cruda, de la cual se termina aprovechando únicamente el 20% del peso; el otro 80% se descarta como residuo que en el mejor de los casos es aprovechado para la producción de gelatinas. Como consecuencia del proceso de

curtido, se generan importantes volúmenes de residuos sólidos, efluentes líquidos y gaseosos con una combinación extremadamente compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos que hace que el sector sea altamente contaminante (Akitiengeselleschat y Ludwigshafan, 2000).

Una producción más limpia es fundamental para la promoción del desarrollo sustentable de la industria curtidora, por eso resulta necesario incentivar la implementación de procesos que permitan el cuidado del ambiente. Las líneas de trabajo tendientes a lograr una mayor sustentabilidad están relacionadas con el ahorro de energía, la disminución en el uso de agua, la optimización en la cantidad de materia prima empleada, la mejora en la calidad de los efluentes generados y la disminución de los volúmenes desechados (Escobar, 2011).

En particular una de las primeras etapas del proceso complejo que emplean las curtiembres es denominada “pelambre”, cuyo objetivo principal es la eliminación del pelo y de la epidermis (depilado), así como la saponificación de grasas naturales. El resultado es la purificación del colágeno, proteína principal de la piel que va a ser transformada en cuero y el acondicionamiento físico-químico de la piel para el curtido. Los métodos convencionales para llevar a cabo el proceso de pelambre se basan en la utilización de sulfuro de sodio, sulfhidrato de sodio y cal apagada. La cantidad de productos químicos utilizados depende del tipo de piel utilizada, así como del producto final que se desee elaborar. En la actualidad, el método más utilizado para el pelambre consiste en realizar previamente la inmunización de la queratina del pelo con cal, de forma que frente a la acción de los agentes depilantes se degrade principalmente la raíz del pelo. Una vez extraído el pelo, es conveniente separarlo del baño lo más rápido posible con el fin de evitar que continúe siendo degradado. Posteriormente, se realiza el proceso de desengale con el fin de retirar el exceso de cal y sulfuro, lo cual genera aguas residuales con

elevadas concentraciones de sulfuros, que normalmente son sometidos a un tratamiento de oxidación para su eliminación.

El proceso de pelambre es uno de los más contaminantes que se desarrolla en las curtiembres. El nitrógeno orgánico solubilizado como proteínas representa una parte significativa de la carga contaminante en los efluentes de pelambre. Es por ello que la eliminación de las proteínas solubles de dichos efluentes reduciría considerablemente el contenido de nitrógeno orgánico con la consiguiente disminución de contaminación. En este sentido, se han descrito varias metodologías para eliminar y recuperar dichas proteínas (Kabdaşlı et al., 2003), siendo la precipitación en el punto isoelectrico una de las más simples y económicas (Marsal et. al, 2010).

En este trabajo se aporta una metodología para lograr una producción más limpia en las curtiembres a través del tratamiento y recuperación de materiales valiosos de los efluentes. Se propone reducir la DQO al mismo tiempo que se recuperan proteínas a partir de los efluentes de la etapa de depilado o pelambre. De esta manera, se logra contribuir en la gestión integral de residuos basada en la estrategia de economía circular que permite recuperar recursos renovables bajo el concepto de biorrefinería, para reducir, reutilizar y reciclar los residuos, con el objetivo de recuperar materiales de alto valor, generando un modelo de producción sustentable que disminuye los impactos negativos en el ambiente.

2. Desarrollo experimental

2.1. Obtención de las muestras

Para llevar a cabo los experimentos se trabajó con un efluente obtenido de la etapa de pelambre (con oxidación de sulfuros) provisto por

una curtiembre de piel vacuna ubicada en el partido de Florencia Varela. La muestra fue recolectada utilizando un recipiente plástico acondicionado para tal fin y transportada de manera refrigerada hasta el laboratorio. Dicho efluente fue homogeneizado, dividido en alícuotas y conservado a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su análisis y procesamiento. En las muestras de efluente de pelambre, antes de comenzar con el tratamiento de recuperación de proteínas es importante determinar la concentración residual de sulfuros para verificar su correcta eliminación. El sulfuro es un producto químico altamente contaminante utilizado en la etapa de depilado de las pieles (pelambre), el cual debe ser eliminado aplicando un proceso de oxidación que es llevado a cabo en las curtiembres inmediatamente luego de ser obtenido el efluente.

2.2. Precipitación de proteínas

La solubilidad de una proteína es mínima en su punto isoeléctrico, ya que su carga neta es cero y desaparece cualquier fuerza de repulsión electrostática que pudiera dificultar la formación de agregados. A determinado valor de pH se altera la carga superficial de las proteínas y se provoca la precipitación. Con base en este fundamento, los efluentes fueron tratados con el agregado de diferentes volúmenes de ácido clorhídrico hasta alcanzar el pH que permitió la precipitación masiva de las proteínas presentes.

2.3. Caracterización de los efluentes

Un parámetro importante para determinar el grado de contaminación del efluente es la DQO. Esta mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas presentes en una muestra de agua o efluente y se expresa en miligramos de oxígeno por litro ($\text{mg O}_2/\text{L}$). El método

empleado para su determinación se basa en la reacción de la muestra del efluente con un oxidante energético, como es el dicromato de potasio, en medio ácido sulfúrico con Ag^+ como catalizador. La cantidad de dicromato consumido proporciona una medida de la concentración de contaminantes en el agua (Rodier, 1981). El efluente original y el efluente obtenido después del tratamiento de precipitación fueron caracterizados a través de la determinación de DQO y otros parámetros físico-químicos. En tal sentido se midió también el pH, que es un parámetro directamente relacionado con la acidez o alcalinidad del efluente, y la conductividad, que permite evaluar de manera indirecta la cantidad de sólidos disueltos totales, en especial los que están como iones.

En el caso particular del tratamiento ensayado fue importante determinar la concentración de proteínas en el efluente original y en el efluente tratado. A tal fin se usó un método colorimétrico, esto significa que la intensidad del color final de la reacción está relacionada directamente con la cantidad de proteínas disueltas. El ensayo (Bradford, 1976) se basa en la formación de un complejo entre el colorante azul brillante de Coomassie G-250 y las proteínas en solución. La concentración de proteínas puede ser evaluada midiendo la absorbancia de la solución a 595 nanómetros utilizando un equipo que es denominado “espectrofotómetro” y realizando una curva de calibración con albúmina bovina como patrón.

En todos los casos, las determinaciones se hicieron por triplicado y se consigna el valor promedio. Ver tablas (1 y 2) y figuras (1, 2 y 3).

2.4. Análisis de las proteínas recuperadas

Para caracterizar y evaluar el peso molecular de las proteínas recuperadas luego del proceso de precipitación se empleó la electroforesis.

La técnica de electroforesis desnaturizante en geles de poliacrilamida (SDS-PAGE) permite la separación de proteínas de acuerdo a su tamaño de acuerdo a la movilidad de estas en un campo eléctrico. El tratamiento con dodecil sulfato de sodio (SDS) en un medio reductor asegura la desnaturalización total de las proteínas por pérdida de su estructura tridimensional, así todas las cadenas polipeptídicas adquieren una carga negativa neta. Cuando la muestra tratada en dichas condiciones es sometida a electroforesis se logra la separación de los complejos SDS-proteína de manera proporcional a la masa de la proteína, pues todas tienen la misma carga por unidad de masa. Se puede entonces determinar el peso molecular aparente de cualquier proteína por comparación con un patrón de proteínas de pesos moleculares conocidos. Finalizada la electroforesis, los geles deben ser fijados y teñidos por inmersión en solución colorante durante dos horas (Laemmli, 1970).

2.5. Identificación de las proteínas recuperadas (huella peptídica)

Las bandas principales visualizadas por electroforesis fueron identificadas, esto quiere decir que se pudo establecer cuáles eran las proteínas principales que fueron recuperadas a partir del efluente tratado. Para su identificación, las muestras fueron cortadas a partir del gel y digeridas con la enzima tripsina. Los péptidos productos de la acción enzimática fueron analizados por nanoHPLC acoplado a un espectrómetro de masa con tecnología Orbitrap. Esto genera una huella peptídica característica para cada proteína que permite su identificación. El análisis de los datos obtenidos se realizó con el programa Proteome Discoverer (servicio del CEQUIBIEM).

3. Resultados obtenidos

El material de partida empleado para el proceso de producción más limpia (P+L) fue un efluente de pelambre con oxidación previa de sulfuros. Dicho efluente fue caracterizado a través de la determinación de diferentes parámetros físico-químicos. En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 1
Caracterización del efluente original

DQO	10820 mgO ₂ /L mgO ₂ /L.
Cuantificación de proteínas solubles	2,3 g/L
Determinación de pH	11,9
Determinación de conductividad	24,5 mS/cm
Sulfuros	< 100 mg/L (100ppm)

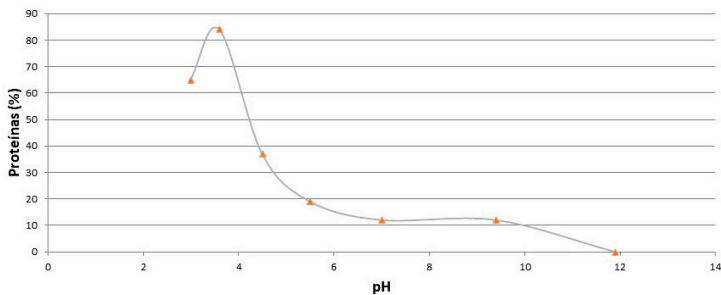
De entre los datos consignados, cabe destacar el valor de DQO, que resultó ser extremadamente elevado, lo que indica el alto grado de peligrosidad ambiental que posee el efluente en estudio. Este parámetro es una medida representativa la cual se relaciona fundamentalmente con la contaminación orgánica y su valor debe adecuarse a las distintas normativas de vertidos. Para llegar a los valores permitidos es necesario llevar a cabo diferentes procesos que implican el tratamiento primario y secundario del efluente en cuestión. Partir de un efluente con elevada DQO implica siempre tener que llevar a cabo tratamientos complicados y costosos.

En cuanto al dato de la concentración de proteínas solubles (2,3 g/L), puede parecer bajo, pero hay que tener en cuenta que una curtiembre mediana genera unos 60000 litros de efluente de pelambre por día, lo que nos indica que normalmente se están descartando con dicho efluente 138 kilos de proteína por día.

3.1. Eliminación de proteínas por precipitación ácida

El efluente de pelambre original (pH 11,9) fue tratado con HCl 0,1N hasta alcanzar diferentes valores de pH, para cada pH se determinó la concentración de proteínas recuperadas. De los pH ensayados se puede concluir que el pH 3,6 resulta ser el más adecuado para lograr una precipitación masiva de las proteínas solubles presentes en el efluente (Figura 1). De esta manera, se logró obtener un efluente menos contaminante, eliminándose más del 80% de las proteínas solubles que pueden ser recuperadas para su aprovechamiento.

Figura 1
Proteínas recuperadas

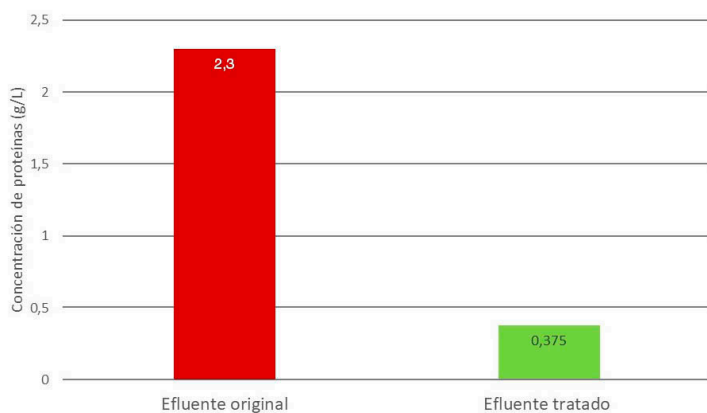


Para evaluar las características del efluente luego del tratamiento para la eliminación/recuperación de proteínas se determinaron parámetros físico-químicos cuyos resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2
Caracterización del efluente tratado

DQO (mgO ₂ /L)	6600 mg O ₂ /L
Cuantificación de proteínas	0,375 g/L
Determinación de pH	3,6
Determinación de conductividad	26,3 mS/cm
Sulfuros	< 100 mg/L (100ppm)

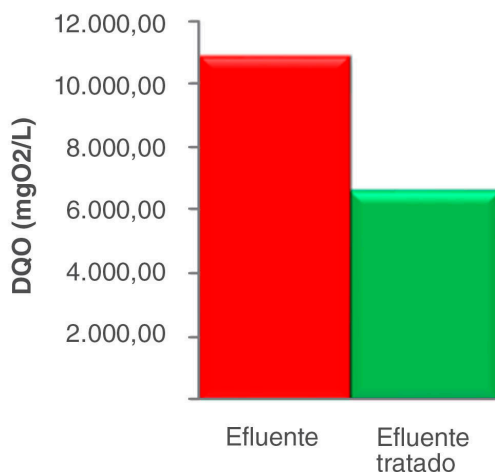
Figura 2
Eliminación de proteínas



Los resultados mostraron una reducción muy importante de la concentración de proteínas con respecto al efluente original de pelambre (Figura 2). La eliminación de proteínas se relaciona con una significativa baja de la DQO. El efluente original tenía una DQO muy alta (10800 mgO₂/L), mientras que, en el efluente tratado con ácido (pH 3,6) para precipitar proteínas, la DQO fue notoriamente menor (6600mgO₂/L). Así, el tratamiento logra una disminución del 40% del valor original de DQO (Figura 3).

Figura 3

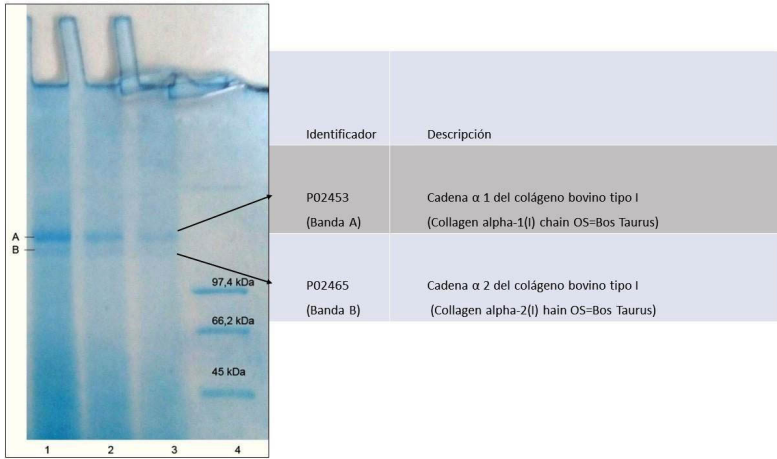
Disminución de DQO después de la precipitación de proteínas



3.2. Caracterización e identificación de las proteínas recuperadas

Las proteínas recuperadas a partir del efluente por precipitación ácida fueron separadas por centrifugación, redisueltas y caracterizadas por electroforesis en geles de poliacrilamida (Figura 4).

Figura 4
Electroforesis (SDS-PAGE) e identificación
de las proteínas recuperadas



La electroforesis reveló la presencia de dos bandas principales con pesos moleculares de alrededor de 110 kDa (banda B) y 120 kDa (banda A). La identificación de las proteínas correspondientes a dichas bandas se llevó a cabo empleando herramientas de proteómica para determinar la huella peptídica (hidrólisis trípica y determinación por espectrometría de las masas de los péptidos generados) utilizando el servicio del CEQUIBIEM que pertenece a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. De esta manera, los resultados permitieron concluir que las principales proteínas recuperadas del efluente son las cadenas alfa 1 y alfa 2 constituyentes de la proteína denominada colágeno bovino tipo I, una proteína con alto valor agregado.

El colágeno tipo I es el tipo de colágeno más abundante en la piel. Está formado por una triple hélice constituida por dos cadenas α 1(I) y una α 2 (I). Las propiedades físicas, mecánicas y bioquímicas del colágeno

tipo I, sumadas a su alta biocompatibilidad y abundancia, lo hacen un compuesto ideal para su uso en aplicaciones biomédicas, cosméticas o en la industria alimenticia. Así, bajo diferentes formas materiales tales como esponjas, membranas, micropartículas, hidrogeles, soluciones, apósitos, entre otros, se han obtenido productos a base de colágeno para el transporte o liberación de drogas, la cicatrización de heridas y la ingeniería de tejidos, así como matriz para modelos experimentales (Chattopadhyay y Raines, 2014; Dong y Lv, 2016). Además, el colágeno puede ser hidrolizado empleando enzimas proteolíticas para obtener productos que contienen péptidos y aminoácidos con propiedades antioxidantes y antimicrobianas (Fu et al., 2019). Los hidrolizados proteicos tienen actualmente un uso muy promisorio como bioestimulantes en prácticas sostenibles de producción vegetal para reducir el uso de fertilizantes sintéticos.

4. Conclusiones

En la Argentina, hay una política de Estado de P+L para alcanzar un desarrollo sustentable, que promueve una mejora en innovación ambiental y económica para la unidad productiva. La P+L busca llevar a cabo los aspectos del uso eficiente del agua, de la energía y la materia prima, la utilización de procesos químicos óptimos, la recirculación y reutilización de desechos y la sustitución de sustancias peligrosas.

Dentro del marco de la P+L, en el presente trabajo se propuso la recuperación de un material de desecho a partir de un efluente de curtiembre que presentaba una gran carga contaminante (alto valor de DQO). La separación y recuperación de la mayor parte de las proteínas solubles a través de la implementación de un proceso simple como es la precipitación en medio ácido permitió disminuir en un 40% la DQO, generan-

do un efluente con menos carga contaminante que resulta mucho más apto para ser sometido a los métodos tradicionales (físico-químicos y biológicos) de tratamiento y poder llegar al valor permitido de vuelco en cursos de agua superficiales (DQO \leq 250 mg O₂/L).

La metodología descrita que fue desarrollada exitosamente a escala de laboratorio constituye una oportunidad de transferencia a las industrias del cuero (pymes) como un aporte para que dichas empresas lleguen a tener una gestión integral de sus residuos basada en la idea de economía circular con el objetivo de recuperar materiales considerándolos como recursos renovables. En este sentido, las proteínas solubilizadas a partir de la piel animal representan una fracción fundamental del material orgánico contenido en los efluentes de curtiembre, fundamentalmente si nos referimos a los efluentes correspondientes a las primeras etapas del proceso como son los del remojo y pelambre.

Además, cabe destacar que las fracciones proteicas recuperadas mayoritariamente de dichos efluentes fueron identificadas como las proteínas que forman parte del colágeno, las cuales resultan de gran interés por su potencial como materia prima para la industria farmacéutica, cosmética, alimentaria y agronómica. Así a través de un procedimiento simple y fácilmente escalable, un producto de desecho fue recuperado y transformado en una materia prima muy requerida por diferentes industrias.

El método descrito se propone para aplicar en el sector productivo industrial con una perspectiva transversal para obtener beneficios a mediano y largo plazo, para aportar también a la resolución de las diversas problemáticas que afectan a vecinos y vecinas de las curtiembres.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akitiengeselleschat, D. y Ludwigshafan, A. (2000). La influencia de los modernos procedimientos de apelmbrado y curtición sobre los problemas de aguas residuales. *BASF*, 6, 5-36.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of proteindye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-54.
- Chattopadhyay, S. y Raines, R. T. (2014). Collagen-based biomaterials for wound healing. *Biopolymers*, 101(8), 821-833.
- Dong, C. y Lv, Y. (2016). Application of Collagen Scaffold in Tissue Engineering: Recent Advances and New Perspectives. *Polymers*, 8(2).
- Escobar, R. (2011). *Guía de producción más limpia para la industria curtidora*. Biblioteca Ambiental. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación: Buenos Aires. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biblioteca>
- Fu, Y. et al. (2019). Exploration of collagen recovered from animal by-products as a precursor of bioactive peptides: Successes and challenges. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(13), 2011-2027.
- Kabdaşlı, I., Olmez, T. y Tünay, O. (2003). Nitrogen removal from tannery wastewater by protein recovery. *Water Science & Technology*, 48(1), 215-23.

Laemmli, U. K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227, 680-685.

Marsal, A. et al. (2010). Recovery of proteins from wastewater of tannery beamhouse operations: influence on the main pollution parameters. *Water Science & Technology*, 62(3), 658-666.

Rodier, J. (1981). *Análisis de Aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar* (1era ed.). Barcelona: Editorial Omega.

Salvador, C. (2013). *Historia de la Industria Curtidora Argentina* (1era ed.). Buenos Aires: Editorial Dunken.

LOPEZ, Laura María Isabel, llopez@unaj.edu.ar

Doctora en Ciencias Bioquímicas. Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata. Investigadora Independiente CONICET Docente-Investigadora Categoría “I”. Profesora Titular, Carrera de Bioquímica. Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional Arturo Jaureche (UNAJ). Codirectora del Programa de Estudios en Ambiente y Territorio, Instituto de Ciencias Sociales y Administración, UNAJ. Investigadora en el Centro de Investigación y Desarrollo del Cuero (CICPBA/INTI).

CORTIZO, Lorena Valeria, cortizolore@gmail.com

Licenciada en Biología orientación Ecología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Profesional Principal de Apoyo a la Investigación CICPBA. Centro de Investigación y Desarrollo del Cuero. Docente del curso: Tratamiento de aguas residuales industriales. Curso práctico-teórico, organizado por la Universidad del Azuay en coordinación con el INTI. Cuenca, Ecuador (2018). Docente del curso: Ecotoxicología Acuática. Curso de posgrado de la UNAJ, 2019.

REY, Florencia Cristina, florenciarey94@gmail.com

Licenciada en Gestión Ambiental. Universidad Nacional Arturo Jaureche (2020). Asistente Técnica – Organismo Provincial de Integración Social y Urbana, Área de Gestión Ambiental y Sustentabilidad, desde 2020. Becaria EVC- Consejo Interuniversitario Nacional- Estímulo a las Vocaciones Científicas. Directora: Dra. Laura M.I. López. (2018-2019). En el marco del Proyecto: “Agua y Territorio:

Hacia la resiliencia adaptativa en la Región del Conurbano Sur de Buenos Aires “. Programa de Estudios en Ambiente y Territorio, UNAJ. Colaboradora de microcréditos - Convenio Fundación ArgenINTA-UNAJ. 2019-2020. Pasante - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Convenio Municipio de Florencio Varela-UNAJ. 2017-2018.

La industria del cuero es generadora de cantidades significativas de residuos industriales (sólidos, líquidos y gaseosos). Para aportar soluciones a una de las problemáticas se investigó a partir del efluente líquido de la etapa de pelambre, la implementación de nuevas prácticas para el aprovechamiento de material valioso y recuperable de estos desechos, que podrían ser así reutilizados, disminuyendo notablemente la polución al cuerpo de agua receptor y al entorno.

Los resultados obtenidos indican que a través de un proceso simple como es la precipitación a pH ácido resulta posible eliminar del efluente y recuperar más del 80% de las proteínas solubles presentes. Como consecuencia de dicho tratamiento, se logró una disminución importante (40%) de la demanda química de oxígeno (DQO), que es un parámetro directamente relacionado con el potencial contaminante del efluente. Las proteínas recuperadas fueron analizadas y las fracciones mayoritarias se identificaron como componentes del colágeno, una proteína de alto valor agregado.

Esta metodología para el tratamiento de efluentes líquidos constituye una propuesta de producción más limpia (P+L), que permite minimizar los impactos negativos de la industria curtidora incorporando estrategias de la economía circular.



ISBN 978-987-3679-87-2



9 789873 679872