



**Universidad
Nacional
Villa María**

Biblioteca Central "Vicerrector Ricardo A. Podestá"
Repositorio Institucional

Libro de resúmenes. 3° JONAS. Jornada Nacional de Agroalimentos y Sustentabilidad

Año
2023

Organizador
Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y
Aplicadas

Este documento está disponible para su consulta y descarga en el portal on line de la Biblioteca Central "Vicerrector Ricardo Alberto Podestá", en el Repositorio

CITA SUGERIDA

Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas. (Agosto, 2023). *Libro de resúmenes. 3° JONAS. Jornada Nacional de Agroalimentos y Sustentabilidad*. 3ra. JONAS, Jornada Nacional de Agroalimentos y Sustentabilidad. Villa María: Universidad Nacional Villa María http://biblio.unvm.edu.ar/opac_css/index.php?lvl=cmspage&pageid=9&id_notice=45740



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

Libro de resúmenes



LIBRO DE RESÚMENES

3° JORNADA NACIONAL DE AGROALIMENTOS Y SUSTENTABILIDAD

La JONAS, tiene como objetivo reunir a investigadores, docentes, estudiantes de grado y posgrado, empresas y profesionales del ámbito nacional para discutir e intercambiar los últimos avances y desarrollos en las áreas de agroalimentos y sustentabilidad.

- A. Ciencia y Tecnología de los Alimentos
- B. «Una Salud». Aportes y desafíos para las ciencias Veterinarias
- C. Producción de agroalimentos y sustentabilidad
- D. Realidad ambiental y energética
- E. Diseño, consumo y producción sustentable

AUTORIDADES INSTITUTO ACADÉMICO PEDAGOGICO DE CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS

Dra. Carolina Morgante (Decana)

Mgter. Georgina Etchegaray (Secretaria Académica)

Ing. Carlos L. Berra (Secretario de investigación y Extensión)

COMITÉ ORGANIZADOR

D.I. Pablo AMBROSINO

Dra. Celia RUBERTO

Esp. Ing. Juan Pablo BERTELLO

Dra. Luciana BOHL

Ing. Agr. Diego ÁLVAREZ

Dra. Mariana CACCIA

Lic. Fernando GALLEGO

Ing. Agr. Alfredo SATTLER

Ing. Agr. Aldo Fernando RANGONE

Dra. Mariana MONTENEGRO

Dra. Carina PORPORATTO

Mgter. Luis TUNINETTI

Dr. Alejandro LESPINARD

Dra Ana L. GUZMÁN

MV Juan José VOTTERO

Lic. Maximiliano ORPIANESI

Lic. Guadalupe AVALLE

Téc. Jesica CARDOSO

COMITÉ CIENTIFICO

Dr. LESPINARD Alejandro

Dra. ROSSI Yanina

Dr. FIORITO Pablo

Dra. MONTENEGRO Mariana

Dra. PORPORATTO Carina

D.I. AMBROSINO Pablo

Dra. GUZMÁN Ana Leticia

Dr. RAZQUIN Claudio

Ing. PIERANTONELLI Mario

Mgter. TUNINETTI Luis



A. Ciencia y Tecnología de los Alimentos

- A.1. EVALUACIÓN DE PROPIEDADES BIO Y TECNOFUNCIONALES DE CONCENTRADO PROTEICO DE MANÍ COMO UN POTENCIAL INGREDIENTE ALIMENTARIO.
- A.2. EVALUACIÓN *IN SITU* DEL EFECTO PROTECTOR Y ADAPTABILIDAD DE LACTOBACILOS MICROENCAPSULADOS EN ZUMO DE NARANJA.
- A.3. ESTUDIO CINÉTICO DE LA DEGRADACIÓN DE VITAMINA C EN LECHE DE VACA PARA DOS PROCESOS DE PASTEURIZACIÓN: TÉRMICO CONVENCIONAL Y POR MICROONDAS.
- A.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BIOLÓGICA DE HIDROLIZADOS DE PROTEÍNA DE SUERO LÁCTEO CON DIFERENTES PROTEASAS COMERCIALES.
- A5. EVALUACIÓN DE POTENCIALES PROPIEDADES PROBIÓTICAS DE CEPAS DE *Kluyveromyces marxianus* (VM003, VM004 y VM005) Y *Saccharomyces cerevisiae* (VM012 y VM013) AISLADAS DE LACTOSUERO.
- A.6. MICROENCAPSULACIÓN DE POSTBIOTICOS: EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.
- A.7. FERMENTACIÓN DE LACTOSUERO CAPRINO UTILIZANDO FERMENTO COMERCIAL PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA.
- A.8. CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES TÉCNOLÓGICAS DE EXOPOLISACARIDOS OBTENIDOS A PARTIR DE BACTERIAS LÁCTICAS AISLADAS DE LACTOSUERO.
- A.9. CO-ENCAPSULACIÓN DE PÉPTIDOS BIOACTIVOS Y BACTERIAS POTENCIALMENTE PROBIOTICAS EN BIOPOLIMERO COMESTIBLE.
- A.10. EFECTO DEL ATOMIZADO DE QUITOSANO EN LA CONSERVACIÓN DE CALIDAD DE NARANJAS.
- A.11. PRIMERA VALORACIÓN *IN SITU* DEL POTENCIAL ANTIMICROBIANO COMBINADO DE LACTOBACILOS AUTÓCTONOS EN UNA BIOPRESRVACIÓN SIMULADA DE RESIDUOS DE CERVECERÍA.



Universidad
Nacional
Villa María



A.12. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE LAS PROPIEDADES DE TRANSPORTE EN QUESO CREMOSO DURANTE EL SALADO.



EVALUACIÓN DE PROPIEDADES BIO Y TECNOFUNCIONALES DE CONCENTRADO PROTEICO DE MANÍ COMO UN POTENCIAL INGREDIENTE ALIMENTARIO

Martín Costa Amadeo O¹, Vico Ana P¹, Mauri Adriana N² y Montenegro Mariana A¹.

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnología (IMITAB), Universidad Nacional Villa María (UNVM), Campus Universitario. Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba, Argentina

² Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA)-Universidad Nacional de La Plata, Calle 47 Esq. 116, La Plata, Buenos Aires, Argentina
amadeo.martincosta@gmail.com

Por su alto contenido proteico, sus propiedades funcionales, alto valor nutricional y bajo costo, la proteína de maní está encontrando una aplicación más amplia en la industria alimentaria. El expeller de maní procedente de la extracción de aceite por prensado (sin solventes), resulta una materia prima sumamente interesante para la producción sostenible de concentrado de proteína de maní (CPM). El CPM se puede obtener con un alto rendimiento de proteínas mediante un proceso sencillo de disolución alcalina y precipitación ácida, con equipamiento similar al empleado para la obtención de otros productos de origen vegetal, lo cual hace posible y viable el escalado a nivel industrial. El CPM podría ser utilizado a nivel industrial como un ingrediente para la formulación de alimentos, ya sea como fuente proteica (78% de proteínas), y como aditivo bio o tecnofuncional (elevada actividad antioxidante, ausencia de citotoxicidad, y buenas propiedades funcionales). El objetivo del presente trabajo fue realizar la caracterización fisicoquímica, biológica y tecnofuncional de concentrados proteicos vegetales de maní y soja para evaluar la potencialidad que tiene el CPM como ingrediente alimentario. Se analizó comparativamente el CPM con un concentrado comercial de soja (CPSC) ampliamente estudiado y utilizado a nivel industrial. Se evaluó actividad antioxidante (AA) como poder reductor (FRAP), desactivación de los radicales HO[•] y ABTS^{••}, composición química (proteína, grasa, cenizas, humedad, carbohidratos), color, propiedades tecnofuncionales (capacidad de retención de agua, capacidad de retención de grasa, solubilidad, propiedades espumantes y emulsionantes) y el perfil proteico mediante SDS-PAGE. En relación a las propiedades funcionales resulta destacable que el CPM presentó mayor solubilidad y capacidad de estabilizar emulsiones. La solubilidad de las proteínas es una de las propiedades funcionales más importantes y buscadas a nivel industrial, considerada como la propiedad tecnofuncional más importante. Para la utilización de las proteínas en muchos productos es necesaria su solubilización, por encima de un 80%. El CPM presentó una solubilidad del 94 % frente al 43 % del CPSC. La mayor solubilidad del CPM lo convierte en un potencial ingrediente y fuente de proteínas para utilizar a nivel industrial en productos que requiera una alta solubilidad. Por otra parte, el CPM presentó mayor AA que el CPSC. Además de las mejoras en la solubilidad y AA, el proceso de obtención del CPM representa una ventaja desde el punto de vista agroecológico como una fuente de proteínas libre de hexano, mercado en expansión. El CPM presenta



Universidad
Nacional
Villa María



buenas propiedades tecnofuncionales, AA y contenido proteico, lo que permitiría utilizarlo como ingrediente a nivel industrial, ampliando de esta manera la utilización de los subproductos generados a partir de la extracción del aceite como fuente de proteína en la dieta humana.

Palabras clave: concentrados proteicos vegetales, maní, soja, propiedades tecnofuncionales.



EVALUACIÓN *IN SITU* DEL EFECTO PROTECTOR Y ADAPTABILIDAD DE LACTOBACILOS MICROENCAPSULADOS EN ZUMO DE NARANJA

García María José^{1,2}, Verdugo Bruno¹ y Asurmendi Paula^{1,2,3}, Ruiz Francesca^{1,2}

1 Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC). 2 Instituto de Biotecnología Ambiental y Salud (INBIAS). 3 Miembro de CONICET. mjgarcia@exa.unrc.edu.ar

Mantener la viabilidad de microorganismos probióticos en alimentos es uno de los requisitos más importantes y básicos para la funcionalidad de estas bacterias benéficas, y aún constituye un desafío industrial. La microencapsulación de estos microorganismos es una importante estrategia tendiente a brindar mayor protección bacteriana frente a las condiciones tecnológicas de procesamiento y almacenamiento de los alimentos. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar la viabilidad de *L. fermentum* L23 (genbank GQ 455406) y *L. rhamnosus* L60 (genbank EF 495247) microencapsulados aplicados en zumo de naranja y valorar comparativamente los cambios en el pH del zumo adicionado con lactobacilos libres y microencapsulados. Se desarrollaron microcápsulas conteniendo *L. fermentum* L23 y *L. rhamnosus* L60 mediante una metodología no convencional de emulsificación y gelificación enzimática catalizada por renet en una matriz de proteínas lácteas. Las microcápsulas conteniendo lactobacilos probióticos fueron incorporadas (en una proporción 1/10) en zumo de naranja comercial. Los jugos adicionados con lactobacilos libres fueron utilizados como control. El jugo conteniendo la cepa L23 o L60 se almacenó a 4°C durante 50 y 70 días, respectivamente. Se tomaron diferentes muestras cada 7 días para valorar los cambios sobre los parámetros de viabilidad y variaciones de pH en el sustrato. Se realizaron recuentos bacterianos a partir de los lactobacilos recuperados de la microcápsulas (Log UFC/ml). En la experiencia con L23 microencapsulada, los valores logarítmicos de los recuentos bacterianos oscilaron entre 7,15-7,20 Log UFC/ml durante 50 días de almacenamiento refrigerado del jugo, sin evidenciar variaciones significativas en estos valores ($P > 0,05$). En contraposición, la viabilidad de los lactobacilos sin microencapsular disminuyó significativa ($P < 0,05$), obteniendo recuentos de 4,75 Log UFC/ml al final de la experiencia. Con la cepa L60 microencapsulada, los recuentos bacterianos obtenidos durante la experiencia se mantuvieron estables sin variaciones notorias (7,20-6,81 Log UFC/ml). En el caso del control, se observó una disminución significativa de los recuentos promedios de los lactobacilos libres en el alimento, presentando un valor promedio de 5,20 Log UFC/ml a los 70 días. Así, los porcentajes de supervivencia obtenidos a través del tiempo fueron de 98,49% y 94,58% para L23 y L60 microencapsuladas, respectivamente. Las variaciones de pH en el zumo después de la incorporación de las microcápsulas desde el inicio hasta el final de la experiencia fueron de 4,25-4,0 y 3,10-3,0 para L23 y L60, respectivamente. A diferencia de lo hallado con las cepas libres quienes produjeron una mayor acidificación del jugo. Asimismo, dado que el sustrato zumo de naranja presenta valores de pH muy bajos, los recuentos elevados obtenidos de los lactobacilos recuperados de las microcápsulas permitieron el mantenimiento de las concentraciones mínimas bacterianas



durante un tiempo prolongado de almacenamiento, tal como es recomendado para microorganismos probióticos en alimentos. En conclusión, el método de microencapsulación empleado permitió obtener elevados porcentajes de supervivencia de las cepas seleccionadas de lactobacilos en zumo de naranja, demostrando un efecto protector sobre estas bacterias sin producir acidificación del alimento y, en consecuencia, una adecuada adaptabilidad al sustrato.

Palabras clave: Microencapsulación, Lactobacilos, Viabilidad, Zumo de naranja.



ESTUDIO CINÉTICO DE LA DEGRADACIÓN DE VITAMINA C EN LECHE DE VACA PARA DOS PROCESOS DE PASTEURIZACIÓN: TÉRMICO CONVENCIONAL Y POR MICROONDAS.

Mercatante, María del Milagro¹, Badin, Emiliano E.¹, Arballo, Javier R.², Lespinard, Alejandro R.¹

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB), CONICET - UNVM, Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba, Argentina.

² Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de los Alimentos (CIDCA) (CONICET CCT La Plata, CICBA, UNLP), Calle 47 y 116, La Plata, Argentina.

milagro.mercatante@gmail.com.

Resumen: La leche de vaca es un alimento de alto valor nutricional debido a su contenido de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, necesarias para la nutrición humana. Su compleja composición junto con su pH y su alta actividad de agua hacen de esta un medio ideal para el crecimiento microbiano. Debido a ello, es necesario emplear procesos de pasteurización que permitan asegurar su inocuidad y prolongar su vida útil, siendo los tratamientos por calor los más empleados por la industria. Sin embargo, estos tratamientos originan alteraciones en los componentes nutricionales de la leche, principalmente en aquellos compuestos termosensibles como la vitamina C. Por ello además de estudios que permitan optimizar los tratamientos convencionales, es necesario evaluar otras alternativas de procesamiento como el uso de microondas y el impacto de estas sobre los componentes de interés. En este sentido, el objetivo del presente trabajo radica en desarrollar modelos cinéticos de degradación de vitamina C en leche de vaca, evaluando el efecto provocado por los tratamientos térmicos convencionales y por microondas. Los modelos serán de utilidad para predecir el efecto de dichos procesos en las características de la leche y, por consiguiente, optimizar las condiciones de tratamiento para obtener un producto de alta calidad. Para el estudio se utilizó leche de vaca higienizada, y se evaluó comparativamente la degradación de la vitamina C para un tratamiento térmico convencional y otro por microondas, con temperaturas de entre 60 - 100 °C. Cada muestra fue retirada luego del procesamiento y colocada rápidamente en un baño de agua hielo. Luego, se realizó la determinación de vitamina C mediante HPLC. Finalmente se ajustaron los datos experimentales a modelos cinéticos de primer orden y se modelizaron mediante Arrhenius. Los resultados obtenidos mostraron que la degradación de vitamina C con el tiempo de proceso siguió una cinética de primer orden, para ambos tratamientos. La constante de velocidad de degradación (k) para el calentamiento convencional aumentó de 0,023 a 0,034 min^{-1} a medida que incrementó la temperatura de 70 a 100°C, mientras que para el tratamiento por microondas k varió de 0,348 a 2,662 min^{-1} para un incremento de 60 a 90 °C. A su vez la dependencia de k con la temperatura, expresada mediante la energía de activación (E_a), fue de 13,83 kJ mol^{-1}



($R^2=0,94$) y $71,33 \text{ kJ mol}^{-1}$ ($R^2=0,98$) para el calentamiento convencional y por microondas, respectivamente. Los modelos cinéticos obtenidos podrían resultar de interés para diseñar y optimizar tratamientos térmicos convencionales y por microondas en leche de vaca. Por otra parte, el conocimiento de las cinéticas implicadas en cada proceso, permitiría evaluar el empleo de uno u otro tratamiento o la combinación de ambos, lo que permitiría minimizar las pérdidas de calidad del producto.

Palabras clave: Leche de vaca, vitamina C, cinética, tratamiento térmico, microondas.



CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BIOLÓGICA DE HIDROLIZADOS DE PROTEÍNA DE SUERO LÁCTEO CON DIFERENTES PROTEASAS COMERCIALES.

Vico Ana Paula¹, Centomo Antonella¹, Rossi Yanina¹, Ribotta Pablo², Montenegro Mariana¹.

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB CONICET - UNVM), Villa María, Córdoba, Argentina.

² Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos Córdoba (ICYTAC - CONICET), Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

anavico@unvm.edu.ar

En los últimos años, el interés de los consumidores por el efecto de la dieta en la salud ha impulsado la búsqueda de estrategias para el desarrollo de ingredientes alimenticios funcionales y más saludables. La hidrólisis enzimática es un proceso ampliamente utilizado en la industria, escalable, con tiempos de reacción cortos y generalmente aceptado por los consumidores, cuyo producto final es una mezcla de péptidos y aminoácidos libres. El perfil peptídico resultante y su correspondiente bioactividad dependen en mayor medida de la especificidad de la enzima utilizada. El objetivo de este trabajo fue evaluar la composición química, el perfil proteico y la bioactividad (actividad antioxidante y citotoxicidad) de hidrolizados obtenidos a partir de aislado de proteína de suero lácteo (WPI) con tres proteasas comerciales. Las enzimas empleadas fueron Flavourzyme® 1000L (1000 LAPU/g), Alcalasa® 2.4L (2,4 AU/g) y Neutrasa® 0.8L (0,8 AU/g), gentilmente donadas por Novozymes®. Las condiciones de hidrólisis fueron una relación enzima/sustrato de 0,017, temperatura de 46,5°C y tiempo de reacción de 3 h. Los hidrolizados (WPH) fueron secados por liofilización, obteniéndose tres productos en polvo WPH FLA, WPH ALC y WPH NEU, respectivamente para cada enzima. Se evaluó la composición química, el grado de hidrólisis (determinado por el método de ortoftaldialdehído) y el perfil peptídico por electroforesis en gel de poliacrilamida con dodecilsulfato sódico (SDS-PAGE). Se determinó la capacidad antioxidante como la desactivación del radical catión ABTS^{•+}, el poder reductor del ion férrico (FRAP) y la quelación de metales. También se midió la capacidad de desactivar las especies reactivas del oxígeno radical anión superóxido (O₂^{•-}) e hidroxilo (HO[•]), mediante los métodos de autooxidación del pirogalol y de la desoxirribosa, respectivamente. Además, se evaluó la citotoxicidad de los WPH frente a células normales del epitelio intestinal murino (IEC-18), para la cual se determinó la viabilidad celular mediante el ensayo de MTT. WPH FLA presentó el mayor contenido proteico y grado de hidrólisis, siendo de 78,56 ± 0,18% p/p y 34,93 ± 0,70%, respectivamente. Seguido por WPH ALC con valores de 77,48 ± 0,19% p/p y 27,56 ± 0,53%, y luego por WPH NEU con valores de 71,02 ± 0,42% p/p y 20,95 ± 0,27%, respectivamente. En cuanto a la capacidad antioxidante, los tres WPH mostraron resultados estadísticamente superiores a WPI para todos los ensayos empleados. WPH FLA, WPH ALC y WPH NEU revelaron diferentes perfiles de capacidad antioxidante, demostrando distintos mecanismos de acción de los péptidos bioactivos obtenidos. Lo cual está estrechamente relacionado con el peso molecular y la composición



aminoacídica de los mismos, determinado por la especificidad de la enzima utilizada en la hidrólisis. No obstante, solamente WPH FLA y WPH NEU fueron no citotóxicos frente a la línea celular IEC-18 en todo el rango de concentraciones ensayadas (0,15 – 1,2 mg/mL). Por lo tanto, las enzimas Flavourzyme® 1000L y Neutrassa® 0.8L resultaron ser adecuadas en las condiciones establecidas para la producción de hidrolizados con capacidad antioxidante destinado a utilizarse como potencial ingrediente bioactivo para la formulación de alimentos funcionales.

Palabras clave: capacidad antioxidante, péptidos bioactivos, hidrólisis enzimática, citotoxicidad.



EVALUACIÓN DE POTENCIALES PROPIEDADES PROBIÓTICAS DE CEPAS DE *Kluyveromyces marxianus* (VM003, VM004 y VM005) Y *Saccharomyces cerevisiae* (VM012 y VM013) AISLADAS DE LACTOSUERO

Centomo Antonella M.¹, Díaz Vergara Ladislao I.¹, Cavaglieri, Lilia R.², Montenegro Mariana A.¹, Rossi Yanina E.¹

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB- CONICET), Universidad Nacional de Villa María, Córdoba.

² Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto.

yrossi@unvm.edu.ar

En la actualidad, existe un creciente interés por incorporar microorganismos benéficos a alimentos, para promover la salud. Algunas características buscadas son la capacidad antioxidante y de adhesión a la mucosa, por su importancia para que los probióticos modulen el sistema inmunitario. Dado que estas características dependen en gran medida de la cepa, es necesario evaluarlas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar citotoxicidad, citoprotección y capacidad de adhesión de levaduras potencialmente probióticas nativas del lactosuero, en células normales del epitelio intestinal murino (IEC-18), con el fin de caracterizarlas como potenciales probióticos. Se trabajó con tres cepas de *Kluyveromyces marxianus* (VM003, VM004 y VM005) y dos de *Saccharomyces cerevisiae* (VM012 y VM013). Para los tres ensayos se sembraron células IEC-18 en placas de 24 pocillos (2×10^5 células/pocillo). Para evaluar la citotoxicidad se trató a las células durante 2 y 24 h con concentraciones de todas las cepas de levadura entre 10^4 y 10^6 lev/mL. El efecto citotóxico se expresó como porcentaje de viabilidad respecto al control. La citoprotección de las levaduras fue evaluada frente al compuesto menadiona (MEN), inductor de estrés oxidativo en concentración $10 \mu\text{M}$ (mostrando entre 60 y 70% de viabilidad). Se realizó co-tratamiento de las células con levaduras en concentraciones de 10^3 y 10^4 lev/mL junto a MEN $10 \mu\text{M}$ por 24 h. En ambos ensayos se determinó la viabilidad con el ensayo de exclusión de células muertas con trypan blue. Para evaluar la adhesión de las levaduras a las células, se agregó sobre la monocapa de IEC-18, 1 mL de suspensión de levaduras (10^5 UFC/mL), se incubó durante 2 h, se lisó a las células con buffer de lisis (1%v/v de Triton X10) y sembró en agar YPD. El resultado se expresó como porcentaje de levadura adherida respecto al total de levadura agregada. En cuanto a la citotoxicidad a las 2 h, la viabilidad de las IEC-18 solo mostró diferencias significativas con el control para el tratamiento con 10^5 lev/mL de *K. marxianus* VM003, disminuyendo la viabilidad a 66%. Luego de 24 h de tratamiento, *K. marxianus* VM003 y VM005 presentaron diferencia significativa con el control en una concentración más baja (10^5 lev/mL) mientras que *S. cerevisiae* VM012 no presentó diferencia significativa con el control en ninguna de las concentraciones evaluadas. Respecto a la citoprotección, todas las cepas mostraron efecto citoprotector frente a MEN en concentración de 10^4 , siendo la viabilidad de las células entre 77% y 96%. En cuanto a la adhesión, el mayor valor se observó para la cepa *S. cerevisiae* VM012 con adhesión del 80% mientras que la menor



fue para *S. cerevisiae* VM013 (59%). En conclusión, las cepas analizadas podrían considerarse como potenciales probióticos para ser empleadas como ingredientes en la formulación de alimentos funcionales, ya que ejercen citoprotección frente a MEN en concentraciones que no mostraron citotoxicidad, además, los resultados de adhesión sugieren capacidad para establecerse en células intestinales, característica deseable en los probióticos.

Palabras clave: citotoxicidad, citoprotección, adhesión, cultivo celular, levaduras



MICROENCAPSULACIÓN DE POSTBIÓTICOS: EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.

Aminahuel Carla A.¹ Díaz Vergara Ladislao I. ¹ y Montenegro Mariana A.¹.

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB- CONICET), Universidad Nacional de Villa María, Córdoba. caminahuel@unvm.edu.ar

La industria alimenticia está en la búsqueda de alimentos que aporten mayores beneficios a la salud del consumidor con la incorporación de diferentes agentes bioactivos como probióticos, compuestos antioxidantes, postbióticos, etc. Sin embargo, se dificulta que estos compuestos puedan mantenerse activos, por esta razón la vehiculización en matrices poliméricas puede dar estabilidad y mantenerlos activos hasta el consumo del alimento, permitiendo el aprovechamiento de todos los beneficios del compuesto. El objetivo de este trabajo fue desarrollar y caracterizar microencapsulados de postbióticos obtenidos por fermentación de WPC con la levadura nativa de lactosuero *Kluyveromyces marxianus* VM005 en una matriz de goma arábica, evaluando el rendimiento de la microencapsulación y la capacidad antioxidante. Los postbióticos fueron obtenidos por fermentación de WPC (35% p/p de proteína) al 4% (p/v). La fermentación se realizó por duplicado durante 24 h a 30°C y 150 rpm, se utilizó como control medio de cultivo sin inóculo. Posteriormente, se realizó un tratamiento térmico para inactivar las células. Tanto los postbióticos como el medio de cultivo sin inóculo fueron microencapsulados. La microencapsulación se realizó mediante secado por aspersión (Mini Spray BÜCHI Dryer B-290), bajo las siguientes condiciones de secado: temperatura de entrada 120°C, de salida 62°C, caudal de alimentación 12 mL/min, aspiración 35 m³/h y velocidad de aire 473 L/h. Se evaluó la capacidad antioxidante por el poder reductor del ion férrico (FRAP) expresado como la concentración de antioxidantes con capacidad de reducción férrica equivalente a 1 mmol/L de FeSO₄, la capacidad de desactivación del radical O₂⁻ por el método de autooxidación del pirogalol que se expresó como la concentración necesaria para inhibir el 50% del radical O₂⁻ (CI₅₀), además se determinó la concentración de proteínas por el método de Lowry. El rendimiento del secado fue del 40% para el control y del 53% para los postbióticos. Se observó un ligero incremento en la concentración de proteínas de las microcápsulas con postbióticos (43,80 ± 2,73 % p/p) comparado con el control (36,70 ± 1,62 % p/p). Por otro lado, tanto la capacidad antioxidante por FRAP (1,57 ± 0,11 mmol/L) como por el método de pirogalol (CI₅₀ de 1,10 ± 0,06 mg polvo/mL de O₂⁻) fueron estadísticamente significativas en comparación con el control. La obtención de microencapsulados de postbióticos mantiene la capacidad antioxidante y podría ser empleado como un ingrediente funcional.

Palabras clave: WPC, *K. marxianus*, antioxidantes.



FERMENTACIÓN DE LACTOSUERO CAPRINO UTILIZANDO FERMENTO COMERCIAL PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA.

Coronel, Fabiana¹, Bordón, Giselle¹, Torales, Catalina¹, Frau, Florencia¹.

(1)- ICyTA - Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Santiago del Estero, Argentina. e-mail: catatorales@gmail.com.

Área temática: Ciencia y tecnología de los alimentos

Resumen

El aprovechamiento y valorización del lactosuero, se presenta en la actualidad como una alternativa eficaz de gestión de residuos en producciones lácteas de diversas escalas, minimizando el impacto ambiental y agregando valor a subproductos. Se caracteriza por presentar un color amarillo verdoso, traslúcido, de aroma láctico agradable que contiene aproximadamente 55 g /100 g del total de componentes de la leche, constituyendo una importante fuente nutricional. Las plantas queseras caprinas con pequeños volúmenes de producción, permiten la manipulación cuidadosa de este subproducto y su obtención bajo buenas condiciones higiénico-sanitarias, transformándolo en materia prima apta para ser utilizada en la elaboración de bebidas lácteas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de un fermento comercial para yogur en la fermentación de lactosuero caprino dulce (LSC) para obtener una bebida láctea.

El LSC obtenido de la elaboración de quesos semiduros, fue recolectado de una planta quesera artesanal de la provincia de Santiago del Estero. Se fijaron parámetros de temperatura y tiempo de almacenamiento del lactosuero a 5 °C y no más de 24 horas desde su obtención. Se llevaron a cabo ensayos de fermentación siguiendo los siguientes pasos: filtración, desgrasado, pasteurización (65 °C - 30 min), enfriamiento a 40 °C, inoculación con las cepas comerciales en condiciones de esterilidad e incubación a esa temperatura durante 26 horas. El fermento empleado fue de siembra directa, integrado por *Lactobacillus bulgaricus* 5% y *Streptococcus thermophilus* 95% (recuento bacterias viables $\geq 5 \times 10^{10}$ UFC/g) y se inoculó al 2 % en una muestra de LSC. Experimentalmente, se determinaron parámetros fisicoquímicos: acidez, pH, y turbidez. La acidez se determinó mediante valoración con NaOH (0,11 N) y fenolftaleína como indicador (1 %), la evolución de la turbidez mediante Turbidímetro digital TU-2016 Lutron, el pH se midió a través de un pH metro de punta Hanna Instruments. Las mediciones se iniciaron en el tiempo 0 y luego cada 2 horas.

Como resultado se obtuvieron las curvas de acidez titulable y de turbidez en función del tiempo de fermentación y mediante análisis de regresión lineal se establecieron las ecuaciones de variación de acidez y turbidez en el tiempo: $\text{acidez} = 13,5 + 4,49 * t$, $\text{turbidez} = 643,37 + 30,323 * t$, con correlaciones significativas ($r = 0,93$) entre la acidez del LSD y el tiempo y ($r = 0,92$) entre la turbidez y el tiempo de fermentación. Se observó un incremento en la acidez de + 0,56 puntos porcentuales respecto de los valores observados inicialmente en el LSD. Del mismo modo la turbidez, presentó un aumento de



800 NTU con respecto al valor inicial medido en el LSC. Por otra parte, se observó un descenso en el pH de aproximadamente 2,5 unidades respecto del LSC, presentando un valor final en la bebida fermentada de 3,85. El fermento láctico comercial inoculado en las condiciones del ensayo, logró crecer en el LSC, produciendo incremento de la acidez y disminución del pH, adecuados para la elaboración de una bebida fermentada a base de LSC. Asimismo, la medida de la turbidez en el tiempo acompañó el desarrollo del cultivo en el LSC, y permitió su empleo como método, para monitorear el proceso de elaboración.

Palabras claves: LACTOSUERO, FERMENTACIÓN, TURBIDEZ.



CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES TÉCNICAS DE EXOPOLISACÁRIDOS OBTENIDOS A PARTIR DE BACTERIAS LÁCTICAS AISLADAS DE LACTOSUERO

Díaz Vergara, Ladislao I.¹, Binetti, Ana G.² y Montenegro, Mariana A.¹

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB-CONICET) Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba, Argentina. ladiazvergara@unvm.edu.ar

² Instituto de Lactología Industrial (INLAIN), Santa Fe, Santa Fe, Argentina.

Los exopolisacáridos (EPS) son biopolímeros de alto peso molecular producidos por microorganismos. Las bacterias ácido láctica pueden producir exopolisacáridos con aplicaciones importantes para la industria láctea. Los EPS han sido estudiados por sus beneficios para la salud humana como, por ejemplo, su actividad antimicrobiana, anticancerígena, anticolesterol, antioxidante, inmunomoduladora o propiedades prebióticas. Los EPS de origen microbiano tienen muchas aplicaciones en la industria alimentaria, se pueden utilizar como viscosificadores, texturizadores, emulsionantes y agentes reductores de sinéresis. El objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades tecnológicas de EPS obtenidos a partir de diferentes bacterias lácticas (M023, M024 y M030) aisladas de lactosuero. Se evaluó la viscosidad intrínseca utilizando un viscosímetro capilar Ubbelohde manteniendo la temperatura de la solución a 25 °C. Se determinó la viscosidad relativa (η_{rel}) dividiendo el tiempo de flujo de soluciones de EPS en agua destilada, frente al tiempo de flujo de agua destilada. Se graficó la viscosidad específica vs la concentración de EPS y se obtuvo la viscosidad intrínseca utilizando la ordenada al origen. Se evaluó la capacidad de retención de agua y aceite, se agregaron 0,2 g de EPS en un tubo cónico de 15 mL, luego se agregó 10 mL de agua destilada o aceite de soja, se vortereó por 15 min y se centrifugó a 3000 g por 8 min. Se descartó el sobrenadante y se dejó escurrir el resto de líquido antes de pesar el pellet. Se determinó la capacidad de retención dividiendo el peso del pellet por el peso del EPS y multiplicándose por 100. Los resultados obtenidos mostraron que la mayor viscosidad intrínseca pertenecía a los EPS obtenidos de la cepa M030 con 1,20 dL/g, mientras que la viscosidad intrínseca fue de 0,98 dL/g para los EPS de M023 y 1,02 dL/g para los EPS de M024. La misma tendencia se observó para la retención de agua y la retención de aceite, siendo la mayor en el EPS de M030 con un 503,22% y 1476,73%, respectivamente. Mientras que las cepas M023, presentó una retención de retención de agua y aceite de 296,20% y 653,59% y los EPS de M024 presentaron una retención de agua de 418,21% y de aceite de 926,23%. Estos resultados tienen sentido, una mayor viscosidad esta relacionada a un mayor peso molecular, que a su vez esta relacionada a una mayor capacidad de retención de agua. Estas características en los EPS son deseadas para sus aplicaciones en alimentos, ya que pueden mejorar la textura de los alimentos y reducir su sinéresis. En futuros trabajos se optimizará la producción para su aplicación en diferentes matrices alimentarias.

Palabras clave: exopolisacáridos, lactosuero, bacterias lácticas.



CO-ENCAPSULACIÓN DE PÉPTIDOS BIOACTIVOS Y BACTERIAS POTENCIALMENTE PROBIÓTICAS EN BIOPOLIMERO COMESTIBLE.

Bettiol Marina¹, Centomo Antonella María¹, Diaz Vergara Ladislao¹, Rossi Yanina¹ y Montenegro Mariana¹.

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB-CONICET), Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba, Argentina.
mamontenegro@conicet.gov.ar

El interés de la industria alimentaria en el desarrollo de productos funcionales que otorguen beneficios sobre la salud de los consumidores ha aumentado; dentro de este campo se encuentran los alimentos con antioxidantes y probióticos, los cuales presentan el desafío de asegurar la viabilidad y actividad de los bioactivos. La microencapsulación resulta una alternativa para preservar la viabilidad y la bioactividad durante el almacenamiento y paso por el tracto gastrointestinal (TGI). Por ello el objetivo del presente trabajo fue la microencapsulación de 3 cepas de bacterias ácido-lácticas nativas de lactosuero potencialmente probióticas de *Limosilactobacillus fermentum* (LF) y péptidos antioxidantes generados por hidrólisis de proteína de lactosuero en maltodextrina. Se procedió a co-encapsular las cepas de LF (VM16, VM23 y VM30) con péptidos antioxidantes (1 mg/mL) utilizando maltodextrina como material de pared y se secaron, también, las LF sin ningún material de pared. Finalizado el proceso, se almacenaron los polvos obtenidos a 4°C y 25°C durante 120 días, realizando muestreos a diferentes tiempos (0, 45, 90 y 120 días). Los ensayos realizados fueron: La capacidad de desactivación del radical ABTS^{••} expresado como EC_{50} (mg/L) y viabilidad expresada como el log(UFC/g); además, a la muestra a t_0 se le evaluó la resistencia al paso por el tracto gastrointestinal (RGI). La viabilidad inicial para las tres cepas libres y microencapsuladas fue entre 7,91 y 9,83 log UFC/g. A los 120 días de almacenamiento las cepas libres presentaron una disminución considerable de la viabilidad, llegando en algunos casos a la inhibición completa; en tanto que para las cepas co-encapsuladas, solo se observó una reducción en aproximadamente 2,5 log UFC/g. La RGI se evaluó mediante la viabilidad y la actividad antioxidante. La viabilidad de todas las cepas disminuyó por el paso por el TGI, siendo la reducción presentada por las cepas libres el doble que la de las cepas co-encapsuladas. En los ensayos realizados pudo observarse que la temperatura de almacenamiento influye en la calidad de los polvos, a mayor temperatura mayor daño; por otro lado, se observó que la co-encapsulación ejerció un efecto protector durante el almacenamiento y mejoró la RGI. De este modo podemos concluir que la co-encapsulación mejora la conservación y protege la bioactividad de los ingredientes funcionales encapsulados; encontrándose también, evidencia de sinergia entre los péptidos y las cepas de LF.

Palabras clave: encapsulación, péptidos, probióticas, antioxidante.



EFFECTO DEL ATOMIZADO DE QUITOSANO EN LA CONSERVACIÓN DE CALIDAD DE NARANJAS

Matías Raspo^{1,2,3*}, M. Andrea Caula¹, Melina Berteau¹, Camila Sicardi¹, Cesar Gomez⁴, Alfonsina Andreatta^{1,5*}

1 Ingeniería de Procesos Sustentables, UTN Fac. Reg. San Francisco, (2400), San Francisco, Argentina.

2 Centro Regional de Educación Superior San Francisco, (2400), San Francisco, Córdoba, Argentina.

3 IAPC Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María, (5900) Villa María, Argentina.

4 IPQA-Universidad Nacional de Córdoba-CONICET, (5000), Córdoba, Argentina.

5 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

* E-mail: mraspo@sanfranciso.utn.edu.ar

La evaluación de la calidad de las frutas frescas por parte de los consumidores se basa principalmente en su apariencia, sin embargo, características como la textura, el sabor, la conservación de la calidad nutricional y la seguridad alimentaria también influyen en la calidad del producto. Las operaciones de procesamiento de las frutas pueden tener efectos negativos en su calidad, como pardeamiento, sabores extraños y daños en la textura, además de la posible presencia de microorganismos en la superficie que comprometen la estabilidad y seguridad alimentaria. Por lo tanto, se busca encontrar métodos que puedan retardar estos efectos negativos en las frutas frescas. En los últimos tiempos, ha surgido un interés creciente en el uso de biopolímeros en diferentes áreas, como el quitosano, un biopolímero con capacidad de formar películas, lo cual es relevante para la industria del envasado de alimentos. El quitosano es un polisacárido obtenido del procesamiento de los exoesqueletos de camarones y cangrejos, y presenta propiedades como emulsificación, no toxicidad para los humanos, propiedades antimicrobianas y antifúngicas. Además, se ha observado que cuando se utiliza como recubrimiento en frutas, el quitosano puede mejorar la textura, la apariencia, reducir la tasa de respiración y promover una mayor actividad antioxidante.

En este estudio, se trabajó con naranjas que fueron atomizadas con una solución que contenía quitosano, sorbitol y ácido gálico, y se compararon con naranjas no atomizadas. Los resultados mostraron que a medida que aumentaba la distancia de atomización y la apertura del atomizador, se lograba una distribución más uniforme de las partículas atomizadas en la superficie de las naranjas. Posteriormente, tanto las naranjas atomizadas como las no atomizadas fueron almacenadas en condiciones controladas de temperatura y humedad durante 21 días.

Durante el periodo de almacenamiento, se evaluaron la pérdida de masa, el índice de madurez y la actividad antioxidante de las naranjas. La pérdida de masa se expresó como porcentaje de peso perdido en relación con el peso inicial de la fruta. El índice de madurez se determinó calculando la relación de sólidos solubles totales y acidez titulable de la fruta. La actividad antioxidante se evaluó mediante un método espectrofotométrico que midió la disminución de la absorbancia del radical DPPH· en presencia de antioxidantes.



Los resultados mostraron que las naranjas atomizadas experimentaron una reducción de peso y de capacidad antioxidante en menor medida que las naranjas no atomizadas a lo largo del periodo de almacenamiento. También se observó que la maduración de las naranjas atomizadas fue más lenta en comparación con las no atomizadas. Estas observaciones sugieren que el atomizado con la formulación utilizada puede ser prometedor para la conservación de frutas frescas.

Palabras claves: quitosano, vida útil, recubrimiento comercial, naranjas.



PRIMERA VALORACIÓN *IN SITU* DEL POTENCIAL ANTIMICROBIANO COMBINADO DE LACTOBACILOS AUTÓCTONOS EN UNA BIOPRESERVACIÓN SIMULADA DE RESIDUOS DE CERVECERÍA

Ricotti Anabella¹, García Ma. José^{1,2}, Ruíz Francesca^{1,2} y Asurmendi Paula^{1,2,3}

1 Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC). 2 Instituto de Biotecnología Ambiental y Salud (INBIAS). 3 Miembro de CONICET. pasurmendi@exa.unrc.edu.ar

Los residuos sólidos de cervecería (RC) son ampliamente empleados como un pienso de bajo costo dentro de las raciones en porcicultura. Sin embargo, uno de los principales inconvenientes que limita el empleo de RC es la inestabilidad microbiológica dada por la elevada humedad y la presencia de azúcares fermentables lo que facilita la contaminación microbiana por patógenos y/o deteriorantes. Uno de los principales enteropatógenos en la porcicultura es *Escherichia coli* F4/K88, responsable de diarreas post-destete en lechones. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad antimicrobiana individual y combinada de dos cepas de lactobacilos autóctonos de RC sobre el crecimiento de *E. coli* en un ensayo de contaminación simulada y determinar las variaciones de pH y a_w durante las experiencias. Para estudiar la biopreservación de los lactobacilos *in situ* se inocularon 500 g de RC con *E. coli* F4/K88 (10^5 UFC/g) y en simultáneo fue adicionado el inóculo correspondiente del lactobacilo a ensayar (10^6 UFC/g): *Lactobacillus brevis* L52 (actualmente *Levilactobacillus brevis*), *Lactobacillus plantarum* L54 (actualmente *Lactiplantibacillus plantarum*) o la combinación de ambos. Luego de su homogenización y almacenamiento, se obtuvieron muestras del sustrato a distintos tiempos (0 a 7, 10 y 15 días). A partir de cada una de ellas se realizaron diluciones decimales seriadas y fueron sembradas en agar MRS y EMB para el recuento correspondiente de lactobacilos y enteropatógenos, respectivamente. Además para todos los ensayos fueron determinados los parámetros fisicoquímicos pH y a_w . Cuando fue evaluada la actividad biopreservante individual de las cepas de lactobacilos, *E. coli* F4/K88 fue inhibida en el RC a las 24 h y a las 72 h por *L. brevis* L52 y *L. plantarum* L54, respectivamente. Cuando se evaluó la combinación de ambos lactobacilos en una proporción 1:1, se determinó que al día 3 de la experiencia no se observó desarrollo microbiano del enteropatógeno. Tanto la aplicación individual o combinada de las cepas de lactobacilos en estudio inhibe el crecimiento de la cepa de *E. coli* F4/K88, siendo la cepa *L. brevis* L52 la que biocontrola el patógeno en menor tiempo dentro del sustrato. La acción combinada de L52 y L54 no presentó diferencia en su capacidad de biocontrol respecto a cuándo es aplicada L54 de manera individual. Los recuentos promedios máximos alcanzados por *E. coli* fueron de $5,7 \times 10^5$, $5,9 \times 10^7$, $3,2 \times 10^5$, $4,2 \times 10^9$ UFC/ml, para los tratamientos con L52, L54, la combinación de ambos lactobacilos y el control del patógeno. En general, los valores de pH oscilaron entre 3 y 4,9 en las diferentes experiencias y con respecto a las determinaciones de a_w , el parámetro osciló entre 0,984 y 0,997. En conclusión, si bien *L. brevis* L52 y *L. plantarum* L54 inhibieron efectivamente el desarrollo microbiano de *E. coli* F4/K88 en los residuos de cervecería; la evaluación de esta combinación aplicada *in situ* demostró que su capacidad antimicrobiana no resultó en una interacción del tipo sinérgica. Mayores estudios evaluando otras combinaciones de lactobacilos permitirán seleccionar los mejores candidatos con propiedades de biopreservación para el desarrollo futuro de un nuevo bioproducto.

Palabras clave: residuos de cervecería, lactobacilos, biopreservación.



INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE LAS PROPIEDADES DE TRANSPORTE EN QUESO CREMOSO DURANTE EL SALADO

Gill Tomas R. (1), Lanteri Mario N. (1), Lespinard Alejandro R. (1)

1 Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB-CONICET), Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba, Argentina.
tomasrgill96@gmail.com

El proceso de salado del queso tiene un impacto significativo en su composición, conservación y propiedades sensoriales. Una de las técnicas de salado más comunes consiste en sumergir la horma de queso en una solución saturada de cloruro de sodio (NaCl), lo que crea un gradiente de concentración que promueve el movimiento de NaCl desde la salmuera hacia el interior del queso, mientras que simultáneamente el suero se desplaza en sentido contrario, para equilibrar el gradiente. La cinética de esta transferencia de especies químicas puede ser influenciada por varios factores, como la temperatura y el tiempo de salado, las características intrínsecas del queso, tales como sus propiedades termofísicas y contenido de humedad, entre otros aspectos. Para la evaluación y diseño de estos procesos, donde se desarrollan fenómenos de transporte de masa y de energía, es necesario determinar los coeficientes de difusión (*Def*) de las especies químicas, y las propiedades termofísicas del queso, como así también la dependencia de las mismas con la temperatura. El objetivo del trabajo fue analizar el proceso de difusión de NaCl en la masa de un queso de pasta blanda a diferentes temperaturas y realizar un seguimiento de las propiedades termofísicas. Con el fin de lograr este objetivo, se obtuvieron muestras cilíndricas de queso de 6 cm de alto y 2 cm de alto, que fueron cubiertas por film plástico, quedando una de las caras descubiertas y en contacto con la salmuera (23°Baumé), para que la difusión ocurra de manera unidireccional. Las temperaturas de salado fueron 6, 12 y 18°C, para lo cual las muestras de queso y la salmuera se colocaron en una incubadora que permitió controlar y mantener la temperatura. Tras el proceso de salado cada cilindro se seccionó en rodajas de 0,5 cm y posteriormente se analizó el contenido de sodio y la humedad de cada rodaja. La conductividad térmica, difusividad térmica y la capacidad calorífica se determinaron simultáneamente, empleando un analizador de propiedades térmicas en un rango de temperatura de entre 6 y 35°C. Los valores de *Def*, para cada temperatura de salado, fueron determinados por medio del Método Inverso. Para ello se desarrolló un modelo matemático de difusión unidireccional, donde la ecuación de Fick fue resuelta numéricamente por medio del Método de Elementos Finitos. Posteriormente una subrutina de optimización basada en el algoritmo SNOPT permitió encontrar los coeficientes de difusión que mejor ajustan las concentraciones predichas por el modelo con los datos experimentales ($R^2 > 0,95$ y un $RMSE < 0,90$, para las tres temperaturas). Los valores de *Def* obtenidos, aumentaron con la temperatura, siendo de $3,14 \times 10^{-10}$, $5,47 \times 10^{-10}$ y



$9,81 \times 10^{-10}$ m²/s para 6, 12 y 18°C, respectivamente. La dependencia de *Def* con la temperatura siguió una cinética de Arrhenius ($R^2=0,99$), obteniéndose una energía de activación de 64,06 KJ.mol⁻¹ y un factor pre-exponencial de 304,9. En cuanto a las propiedades termofísicas se registraron diferencias estadísticamente significativas en la conductividad térmica y calor específico a 14,39°C, únicamente. Las propiedades de transporte obtenidas serán empleadas para la construcción de un modelo de simulación multifísico que permitirá establecer el tiempo de salado en función de la concentración de sal que se desee alcanzar en el queso y de las condiciones de procesamiento.

Palabras clave: propiedades de transporte, queso cremoso, salado, coeficiente de difusión, propiedades termofísicas.



B. «Una Salud». Aportes y desafíos para las ciencias Veterinarias

- B.1. RESPUESTA REPRODUCTIVA EN VACAS HOLSTEIN EN LACTANCIA INSEMINADAS UTILIZANDO UN PROTOCOLO DE PROESTRO PROLONGADO A BASE DE GNRH.
- B.2. RESPUESTA REPRODUCTIVA EN VAQUILLONAS HOLSTEIN UTILIZANDO PROTOCOLOS DE PROESTRO PROLONGADO E INSEMINADAS CON SEMEN SEXADO.
- B.3. EFECTO DE BIOPRODUCTOS DE LA MICROBIOTA COMENSAL DE LA GLANDULA MAMARIA SOBRE DISTINTAS CARACTERISTICAS ASOCIADAS A LA VIRULENCIA DE *Staphylococcus aureus* AISLADO DE MASTITIS BOVINA.
- B.4. ESTUDIO DEL EFECTO INDIRECTO DE LA 1,25 DIHIDROXIVITAMINA D₃ SOBRE LA BIOMASA, LA VIABILIDAD Y LA ACTIVIDAD METABÓLICA DE BIOFILMS DE *Staphylococcus spp.* AISLADOS DE BOVINOS CON MASTITIS.
- B.5. EVALUACIÓN DE UN MEDIO DE CULTIVO PARA EL DESARROLLO CONJUNTO DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS Y *Staphylococcus spp.*
- B.6. NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANO COMO AGENTE MODULADOR DE LA INMUNIDAD DE GLÁNDULA MAMARIA BOVINA.



RESPUESTA REPRODUCTIVA EN VACAS HOLSTEIN EN LACTANCIA INSEMINADAS UTILIZANDO UN PROTOCOLO DE PROESTRO PROLONGADO A BASE DE GNRH.

Macagno AJ¹³, Tschopp JC¹, Bó GA¹

¹ Instituto A.P de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María, Villa del Rosario, Córdoba, Argentina e Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC), Paraje Pozo del Tigre, Gral. Paz, Córdoba, Argentina.

³ macagno9@gmail.com

Se realizaron dos experimentos con el objetivo de evaluar la dinámica folicular y las tasas de preñez a la IA (P/IA) en vacas Holstein en lactancia tratadas con un protocolo a base de estradiol (Convencional) u a base de GnRH con proestro prolongado (Web-Synch). Vacas Holstein en lactancia (n=39 Experimento 1 y n=532 Experimento 2), produciendo (medias \pm DE) 32,1 \pm 0,5 kg de leche por día, con 167,2 \pm 5,0 DEL, 2,6 \pm 0,2 lactancias y una CC de 3,1 \pm 0,01 (escala de 1 a 5), fueron asignadas al azar a uno de los dos tratamiento. En el Día 0, el grupo Convencional (Control) recibieron 2 mg de benzoato de estradiol (Estradiol, Over, Argentina) y un dispositivo intravaginal con 1 g de progesterona (P4, Sincrover, Over). El Día 6, recibieron 150 μ g D (+) de cloprostenol (PGF, Prostal, Over). El día 7, se retiraron los dispositivos, recibieron una segunda PGF, 140 UI de eCG recombinante (reCG, FoliRec, Zoovet, Argentina) y 1 mg de cipionato de estradiol (Estrosinc, Over). El grupo Web-Synch recibieron PGF y un dispositivo de P4 el Día -5 y 10 μ g de buserelina (GnRH, Gestar, Over) el Día 0; se les retiró el dispositivo y se les administro PGF y reCG el Día 6 y una segunda dosis de PGF el Día 7. Se pintó la base de la cola a las vacas de ambos grupos para detectar celo en el momento de retirado el dispositivo. En el Experimento 1, se les realizo ultrasonografía dos veces al día (Mindray M7, China) desde la extracción del dispositivo hasta la ovulación. En el Experimento 2, las vacas que tenían >30 % de la pintura borrada en el día 9 (48 h grupo control y 72 h grupo Web-Synch después de retirado el dispositivo) fueron IA en ese momento y a las que no se les había quitado recibieron 10 μ g de GnRH y fueron IA 12 horas después. En el Experimento 2 se les realizo ultrasonografía para diagnosticar preñez 30 días después de la IA. En el experimento 1, los datos puntuales se analizaron mediante ANOVA, y el test LSD de Fisher para la comparación de medias y en el Experimento 2 los datos se ajustaron a MLGM para variables binarias (preñada o vacía) y con enlace logit para evaluar qué factores y en qué medida afectaron la preñez (InfoStat, Di Rienzo et al., 2020). Como resultado en el Experimento 1, el intervalo medio (\pm EE) desde la extracción del dispositivo hasta la ovulación fue más largo (P<0,05) en el grupo Web-Synch (101,6 \pm 2,9h) que en el grupo Control (78,3 \pm 3,1h), pero el diámetro del folículo ovulatorio no difirió (P=0,3) entre los grupos (Web-Synch: 19,7 \pm 0,8 mm y Control: 18,5 \pm 0,8 mm). En el Experimento 2, aunque la expresión de celos no difirió entre los grupos (Web-Synch: 71,8%, 188/262 y Control: 76,7%, 207/270, P=0,2), la P/IA fue mayor (P=0,001) en las vacas del Web-Synch (51,9%, 136/262) que en las del Control (37,8%, 102/270). En conclusión, el protocolo Web-Synch resulto en un horario medio de ovulación y en una tasa de preñez mayor que el protocolo convencional en vacas Holstein en lactancia.

Palabras claves: Proestro, GnRH, Tasa de preñez, IATF, Producción de leche.

RESPUESTA REPRODUCTIVA EN VAQUILLONAS HOLSTEIN UTILIZANDO PROTOCOLOS DE PROESTRO PROLONGADO E INSEMINADAS CON SEMEN SEXADO

Macagno A^{1,4}, Ezenga A¹, Marini P³, Bó GA^{1,2}

¹ Instituto A.P de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María, Villa del Rosario, Córdoba, Argentina. ² Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC), Paraje Pozo del Tigre, Gral. Paz, Córdoba, Argentina. ³ Facultad de Cs. Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Santa Fe, Argentina.

[4macagno9@gmail.com](mailto:macagno9@gmail.com)

Se realizaron dos experimentos en vaquillonas Holstein con el objetivo de evaluar el efecto de la duración de la inserción del dispositivo con progesterona (P4) en los protocolos J-Synch (6 o 7 días) sobre la dinámica folicular y tasas de preñez a la inseminación artificial (IA) con semen sexado. En el primer experimento se utilizaron 14 vaquillonas Holstein de 12 a 16 meses de edad, con una condición corporal (CC) promedio de 3.1 ± 0.1 (escala 1 al 5) que fueron asignadas al azar a dos tratamientos: J-Synch 6 días o J-Synch 7 días. El grupo J-Synch 6 días recibieron 2 mg de benzoato de estradiol (EB, Estradiol, Over, Argentina) y un dispositivo 0.7 g de progesterona (P4, Sincrover, OVER) en el Día 0. El Día 6 se removieron los dispositivos, se le administró 150 µg de D (+) cloprostenol (PGF, Prostal, Over). Las del grupo J-Synch 7 días fueron tratadas igual al anterior con la diferencia que el dispositivo permaneció durante 7 días. Se le pintó la base de la cola en el momento de retirado el dispositivo de ambos grupos para detectar celo. Se realizó ultrasonografía en el Día 0, y después, cada 12 h desde la remoción del dispositivo hasta la ovulación. Los datos puntuales se analizaron mediante el procedimiento ANOVA, y el test LSD de Fisher para la comparación de medias. (InfoStat, Di Rienzo et al., 2020). Las vaquillonas tuvieron un horario medio (\pm EE) de ovulación que tendió ($P=0,08$) a ser más largo en las del protocolo J-Synch 6 días ($96,0 \pm 5,8h$) que las del protocolo J-Synch 7 días ($82,5 \pm 5,0h$). El diámetro del folículo ovulatorio en los grupos J-Synch de 6 y 7 días al momento de la remoción del dispositivo ($8,07 \pm 1,5$ y $10,1 \pm 1,5$ mm, respectivamente) y a la ovulación ($13,7 \pm 0,7$ y $15,9 \pm 0,6$ mm, respectivamente) no difirieron entre los grupos ($P > 0,1$).

En el segundo experimento se utilizaron 336 vaquillonas de la misma edad y CC que las del Experimento 1, que fueron asignadas a los mismos tratamientos, con la diferencia que a todas las vaquillonas a las que se les quitó >30 % de la pintura en la base (celo) de la cola a las 72 h después del retiro de los dispositivos fueron IA con semen sexado en ese momento y las que no se les quito la pintura (no celo) recibieron 10 µg de buserelina (Gestar, Over) y fueron IA con semen sexado 12 h después. Se diagnosticó preñez por ultrasonografía 30 días después de la IA. Los datos se analizaron por MLGM para variables binarias y con un enlace logit. La expresión general de celo fue del 86.9% (292/336) y no difirió ($P=0.8$) entre los grupos (J-Synch 6 días: 86.4%, 146/169; J-Synch 7 días: 87.4%, 146/167). Sin embargo, la tasa de preñez fue menor en el grupo de J-Synch 6 días (37.9%, 64/169) que en el grupo J-Synch 7 días (49.1%, 82/167; $P < 0.05$). En conclusión, la remoción del dispositivo un día después tendió a adelantar la ovulación y aumento la tasa de preñez en vaquillonas Holstein inseminadas con semen sexado.



Universidad
Nacional
Villa María



Palabras claves: Proestro, Estradiol, Progesterona, J-Synch, IATF.



EFECTO DE BIOPRODUCTOS DE LA MICROBIOTA COMENSAL DE LA GLANDULA MAMARIA SOBRE DISTINTAS CARACTERISTICAS ASOCIADAS A LA VIRULENCIA DE *Staphylococcus aureus* AISLADO DE MASTITIS BOVINA

De Lillo MF¹, Isaac P^{1,2}, Bohl L^{1,2}, Breser ML^{1,2}, Calvino LF³, Porporatto C¹

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB, CONICET-UNVM), Villa María, Córdoba, Argentina. ² Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional Villa María, Villa María, Córdoba, Argentina. CP: 5900³ Departamento de Clínicas, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral, Esperanza, Santa Fe, Argentina. CP: S3080. E-mail: florencia.delillo@gmail.com

Staphylococcus aureus es el patógeno contagioso causante de mastitis bovina (MB) más prevalente en Argentina y en países de gran desarrollo lechero. Ha sido históricamente uno de los patógenos zoonóticos emergentes más importantes y supone una amenaza continua para la salud pública. La aparición de clones resistentes a fármacos y los peligros que esto puede significar para la seguridad alimentaria, desencadenan la necesidad de nuevas estrategias para el control de la MB que actúen antagonizando factores de virulencia puntuales de *S. aureus*, entre los que se destaca su capacidad de formar biofilms. La microbiota comensal de glándula mamaria (GM) tiene un rol fundamental en el establecimiento y persistencia de infecciones, con gran potencial para el desarrollo biotecnológico de nuevos productos profilácticos o terapéuticos. En este trabajo se propone evaluar *in vitro* el efecto del sobrenadante libre de células de un aislamiento de *Staphylococcus coagulasa* negativo comensal de GM frente diferentes factores de virulencia de cepas de *S. aureus* causantes de MB. A partir de muestras de leche se obtuvo el aislamiento *S. chromogenes* LN1 capaz de liberar al medio externo compuestos activos (Pa-LN1). Los mismos se sometieron a una purificación parcial con Acetona y se evaluó la composición química preliminar por cuantificación de proteínas mediante el método de Bradford y azúcares reductores por reacción con fenol-sulfúrico. Los biocompuestos se evaluaron frente al crecimiento (realización de curvas de crecimiento y medición de DO a 620 nm) y diferentes factores de virulencia: formación de biofilms (inhibición de la formación de biofilms y erradicación de biofilms maduros mediante ensayo de adherencia al plástico y tinción con cristal violeta), producción de estafiloxantina (cuantificación del pigmento por extracción con Metanol y medición de DO a 465 nm) e hidrofobicidad (afinidad y adhesión a superficie plástica mediante cambio de fase utilizando tolueno y medición de DO a 620 nm) de diferentes cepas de campo de *S. aureus* patógenas aisladas de MB subclínica y en co-cultivo con *Enterobacter* sp. En la composición química de la fracción activa se detectó predominancia de azúcares reductores, y en menor proporción proteínas solubles. Pa-LN1 presentó la capacidad de inhibir la formación de biofilms y erradicar biofilms maduros de la mayoría de los patógenos evaluados, de manera significativa y en forma dosis dependiente ($p < 0.05$), sin afectar el crecimiento bacteriano. La capacidad de adhesión de la superficie bacteriana a hidrocarburos y la producción de estafiloxantina no se vieron afectadas por el tratamiento con Pa-LN1 en las dosis ensayadas. Los resultados evidencian el potencial de los biocompuestos de la microbiota como estrategia terapéutica que contempla al biofilm como mecanismo de patogenicidad. El uso de los biocompuestos producidos por la microbiota comensal de GM podría evitar



Universidad
Nacional
Villa María



la generación de resistencia y disminuir el uso de antibióticos en animales productores de leche.

Palabras claves: microbiota, biocompuestos, mastitis bovina.



ESTUDIO DEL EFECTO INDIRECTO DE LA 1,25 DIHIDROXIVITAMINA D₃ SOBRE LA BIOMASA, LA VIABILIDAD Y LA ACTIVIDAD METABÓLICA DE BIOFILMS DE *Staphylococcus* spp. AISLADOS DE BOVINOS CON MASTITIS

Tiraboschi G², Rodríguez L^{1,2}, Isaac P^{1,2}, Breser ML^{1,2}, Porporatto C^{1,2} y Bohl LP^{1,2}.

¹Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional Villa María. Campus Universitario. Av. Arturo Jauretche 1555 Villa María (C.P. 5900), Córdoba, Argentina y ²Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB CONICET-UNVM). Campus Universitario. Av. Arturo Jauretche 1555 Villa María (C.P. 5900), Córdoba, Argentina.
georginatiraboschi@gmail.com

Los biofilms bacterianos son estructuras sumamente complejas que producen infecciones crónicas debido a que las bacterias que los componen escapan a la acción de los antimicrobianos y al reconocimiento por el sistema inmunológico del huésped. Por ello, la búsqueda de compuestos con actividad antibiofilm es sumamente importante aunque no se ha definido un ensayo estandarizado para evaluarla. La vitamina D modula el sistema inmunológico innato (SII) mediante aumento de la producción de péptidos antimicrobianos, óxido nítrico y otros. Considerando lo antedicho el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto indirecto del calcitriol (1,25 dihidroxivitamina D₃) sobre biofilms preformados de *Staphylococcus* spp. mediante tres metodologías experimentales. Se utilizaron las líneas celulares bovinas MAC-T (epitelio mamario) y BoMac (macrófagos). Se incluyeron las cepas bacterianas *S. aureus* V329, *S. chromogenes* 40, *S. sylosus* 4913 y *S. haemolyticus* 6, formadoras de biofilms provenientes de animales con mastitis. Luego de la incubación de los biofilms durante 24 hs con medios condicionados recuperados de MAC-T (MCe) y BoMac (MCm) tratadas con calcitriol (25, 50 y 100 nM, 24 hs), se utilizó la coloración con Cristal Violeta para cuantificar la biomasa. La tinción con Ioduro de Propidio y Sytox 9 se empleó para analizar la viabilidad bacteriana empleando microscopia confocal. La evaluación de la actividad metabólica de los biofilms se estudió mediante ensayos con sales de Tetrazolio. El análisis estadístico se realizó con ANOVA/Bonferroni (diferencias significativas $p < 0.5$). El MCe y el MCm (calcitriol 50 nM) redujeron la biomasa de *S. haemolyticus* 6 un 44 y 43% respectivamente, mientras que el MCm (calcitriol 100 nM) disminuyó el 62% de la biomasa de *S. chromogenes* 40. En las imágenes microscópicas se observó un aumento de la coloración rojiza (células muertas) en los biofilms tratados con ambos medios condicionados. La actividad metabólica de las bacterias del biofilms no se modificó en ninguna de las condiciones. En conclusión, los resultados obtenidos indican que los medios condicionados tienen actividad antibiofilm, que podría ser adjudicada a algún componente y/o mecanismo del SII activado por la vitamina D. Además, se recomienda realizar una evaluación multiparamétrica para estudiar la actividad antibiofilm de nuevos compuestos.

Palabras claves: biofilm, calcitriol, *Staphylococcus*.



Evaluación de un medio de cultivo para el desarrollo conjunto de bacterias ácido lácticas y *Staphylococcus* spp.

Capello, M.I.; Aguirre, G.E.; Zarazaga, M. P.; Cortessini, E; Litterio, N. J.

Universidad Nacional de Villa María. Instituto de Cs Básicas y Aplicadas Carrera de Veterinaria. Obispo Ferreyra 411. CP: 5963 Villa del Rosario, Córdoba. nlitterio@hotmail.com

El género *Staphylococcus* es uno de los principales causantes de infecciones intramamarias en vacas lecheras. El control de la infección con antimicrobianos, en muchos casos resulta ineficiente, debido a la emergencia de la resistencia a estos fármacos. La asociación de penicilina G (PEN) con bacterias ácido lácticas (BAL), podría resultar en un efecto sinérgico sobre la inhibición de *Staphylococcus* spp. (St.), permitiendo emplear una dosis de PEN inferior a la habitual. Uno de los desafíos del estudio in vitro son las necesidades diferenciales de los medios de cultivo para el crecimiento conjunto de BAL y estafilococos, considerando que los medios convencionales como el caldo Mueller-Hinton (MH) y Man-Rogosa-Sharpe (MRS) no son óptimos para la proliferación simultánea de ambas cepas. En tal sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de un medio que permita el crecimiento adecuado de ambos grupos bacterianos para la estimación de la concentración inhibitoria mínima (MIC) de PEN, y ensayo futuro de curva de muerte bacteriana. La valoración de la MIC fue realizada mediante la técnica de microdilución en placa (CLSI, 2015). Una serie de diluciones de PEN (0,25 a 512 µg/ml) fue elaborada en tres caldos de cultivo: MH, MRS y en una formulación a base MH suplementado con cationes Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ (CAMHB) y MRS en proporción 90:10. Cada una de estas diluciones de PEN, en su respectivo medio, fue dispensada en un volumen de 50 µl por pocillo en placas de microtitulación (por duplicado). Por otra parte, se elaboraron los inóculos de St. y de BAL (procedentes de leche de vacas con mastitis y sanas, respectivamente), partiendo de cultivos frescos y repicados en solución salina hasta llevarlos a una concentración bacteriana final de 1x10⁶ UFC/ml. Cada inóculo fue dispensado en los pocillos de las placas con los diferentes medios de cultivo, de modo que existieron cuatro grupos de prueba a estudiar: G1) BAL en MRS, G2) BAL en CAMH-MRS, G3) St. en MH, G4) St. en CAMH-MRS. El volumen inoculado en cada pocillo fue de 50 µl, diluyendo a la mitad la concentración de PEN existente en cada celda. Cada placa incluía controles de BAL y St, sin PEN en los diferentes medios de cultivo. Después de la incubación a 37°C durante 24 hs, se registraron los valores de MIC de PEN, obteniéndose para G1) 1 µg/ml, G2) 2 µg/ml, G3 y G4) 8 µg/ml. En los controles sin PEN de BAL en MH y St. En MRS no se evidenció crecimiento bacteriano. Los resultados indican que la formulación mixta es más eficaz que la utilización de medios de cultivo convencionales en forma individual, para el crecimiento y la correcta indicación de la MIC de BAL e indistinta para St. En resumen, el uso del medio combinado y suplementado con cationes es adecuado para las pruebas de susceptibilidad, ayudando a minimizar los problemas de crecimiento, como las diferencias nutricionales y posibilitando la realización de pruebas de interacción sinérgica entre PEN (< 2 µg/ml) y BAL frente a aislamientos de St.

Palabras claves: Antimicrobianos, Bacterias ácido lácticas, *Staphylococcus* spp., Mastitis bovina, Cultivo microbiano.



NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANO COMO AGENTE MODULADOR DE LA INMUNIDAD DE GLÁNDULA MAMARIA BOVINA

Rodríguez Berdini Lucía^{*1,2}, Breser María Laura^{1,2}, Bohl Luciana Paola^{1,2}, Orellano María Soledad³, Falcone Rubén Darío³ y Porporatto Carina^{1,2}

¹Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB, CONICET – UNVM)

²Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas (IAPCByA), Universidad Nacional de Villa María (UNVM), Villa María, Argentina

³Departamento de Química, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina
e-mail: luciarodriguezberdini@gmail.com

La mastitis bovina es una patología producto de la inflamación de la glándula mamaria de la vaca debida, principalmente, a la invasión de microorganismos patógenos, causando graves pérdidas económicas en la industria láctea a nivel mundial. Es considerada una enfermedad multifactorial debido a que en ella intervienen, de manera combinada, factores del huésped, ambientales y patogénicos, lo que conlleva a una gran variabilidad en la respuesta de los animales. La diferencia entre el éxito de un establecimiento al combatir esta patología y la persistencia de una infección intramamaria estará dada por los factores de virulencia intrínsecos de la bacteria y por la rapidez y naturaleza de la respuesta inmunológica del animal. La administración de antibióticos es la primera opción en la prevención y tratamiento de la mastitis bovina. Sin embargo, los microorganismos que la provocan desarrollan elevada tasa de resistencia a los antimicrobianos y mecanismos de evasión de la respuesta del huésped. Por ello, resulta relevante la búsqueda de nuevas herramientas que complementen a los sistemas convencionales de control de la mastitis. El biopolímero Quitosano presenta actividad antimicrobiana y propiedades inmunomoduladoras, pero estas funciones se ven limitadas por sus características químicas y baja solubilidad en condiciones fisiológicas. Por lo que desarrollamos partículas nanométricas de quitosano (NP-Qs) utilizando el sistema de micelas inversas con AOT como agente surfactante y glutaraldehído como entrecruzador. Las NP-Qs sintetizadas no solo mostraron una elevada monodispersidad, con un tamaño promedio de 158 nm, sino que además mostraron efecto antimicrobiano frente a la cepa hiper-formadora de *biofilms S. aureus* V329, aislada de un bovino con mastitis subclínica, con una CIM de 400 µg/mL, obtenida por método de microdiluciones. Dado que nuestros estudios se enfocaron principalmente en la generación de inmunocompetencia del huésped, evaluamos la producción de especies reactivas de Oxígeno por citometría de flujo utilizando la sonda fluorescente DCFDA y de óxido nítrico por método de Griess en la línea celular RAW 264.7 (macrófagos murinos). Ambos mecanismos son utilizados por los macrófagos para la eliminación de patógenos intracelulares. Demostramos que, frente a la infección, el tratamiento con NP-Qs promueve un aumento de aproximadamente un 40% en la producción de especies reactivas de Oxígeno y de un 25% en la de óxido nítrico, indicando una activación de estas células. Además, evaluamos la viabilidad celular utilizando el ensayo de MTT y observamos que el tratamiento con NP-Qs no resultó citotóxico para células epiteliales mamarias bovinas MAC-T. Estos resultados alientan el estudio de la utilización de quitosano en forma de nanopartículas como posible estrategia de modulación de la respuesta inmunológica del huésped en el tratamiento y/o prevención de la mastitis bovina, logrando una mejor biodisponibilidad de dicho biopolímero.



Universidad
Nacional
Villa María



Palabras clave: MASTITIS BOVINA, ANTIMICROBIANOS, INMUNOMODULACIÓN, BIOPOLÍMEROS, NANOPARTÍCULAS

C. Producción de agroalimentos y sustentabilidad

- C.1. EXTENSIÓN Y REGENERACIÓN DE SUELOS: UNA EXPERIENCIA DE MANEJO AGROALIMENTARIO SUSTENTABLE.
- C.2. EFECTO DEL AGREGADO DE BIOMASA PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA DEL MANÍ EN LA ESTABILIDAD Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE NADES.
- C.3. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE HONGOS ENDÓFITOS SEPTADOS OSCUROS COMO PROMOTORES DEL CRECIMIENTO SOBRE EL CULTIVO DE TOMATE.
- C.4. SUELO EXPORTADO: EL COSTO INVISIBLE DE NUESTRAS COSECHAS.
- C.5. ENCAPSULACIÓN DE COMPUESTOS ACTIVOS EN LIPOSOMAS PARA APLICACIÓN COMO FERTILIZANTE FOLIAR EN LA AGRICULTURA.
- C.6. EVALUACIÓN DEL NITRÓGENO DE LA BIOMASA MICROBIANA EN UN PROCESO DE TRANSICION AGROECOLÓGICO.
- C.7. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TRES VARIETADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN SIEMBRA SEMITARDÍA EN LA LOCALIDAD DE VILLA MARÍA, CÓRDOBA.
- C.8. RESCATE Y SELECCIÓN DE SEMILLAS HORTÍCOLAS PARA SU USO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE.
- C.9. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS COMO INDICADORES BIOLÓGICOS DE LA SALUD DEL SUELO.
- C.10. EL ROL DEL ESTADO LOCAL EN EL CINTURÓN VERDE DE VILLA MARÍA Y VILLA NUEVA MEDIANTE ACCIONES SOBRE LA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA: INICIATIVAS Y RESULTADOS PARA EL DESARROLLO DEL SECTOR.
- C.11. MANCHA BACTERIANA EN TOMATE: EL GENOMA COMO PUNTO DE PARTIDA PARA EL DESARROLLO DE NUEVAS ALTERNATIVAS PARA SU CONTROL.

- C.12. ACTIVIDAD OVICIDA DE ACEITES ESENCIALES DE SUICO Y ORÉGANO CONTRA *Tibraca limbativentris*, INSECTO PLAGA PARA EL CULTIVO DE ARROZ EN EL NEA.
- C.13. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS FENOLICOS TOTALES Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN GENOTIPOS DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) TIPO KABULI Y DESI.
- C.14. COMPARACIÓN ENTRE UNA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA-PROTEÍCA Y UNA SUPLEMENTACIÓN CON ADITIVOS RUMINALES A VAQUILLAS DE REPOSICIÓN EN PASTOREO EN EL NORESTE DE LA PROVINCIA DEL CHACO.
- C.15. SUPLEMENTACIÓN CON ADITIVOS A NOVILLOS DURANTE SU ETAPA DE TERMINACIÓN EN UN SISTEMA PASTORIL.
- C.16. CAMBIOS EN LA MATERIA SECA Y EN EL CONTENIDO DE ERGOSTEROL DEL GRANO DE MAÍZ CONTAMINADO CON *ASPERGILLUS FLAVUS*.
- C.17. EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE VARIABLES NUTRICIONALES Y REFERENTES AL PROCESO DE CONSERVACIÓN EN ENSILADO DE MAÍZ.
- C.18. DESARROLLO DE NUEVO ENVASE ACTIVO A BASE DE HARINA PROTEICA DE GIRASOL Y MICROCÁPSULAS DE ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO.
- C.19. EMPLEO DE MATRICES BIOPOLÍMICAS ENTRECruzADAS CON AZUFRE COMO RECUBRIMIENTO DE UREA PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL FERTILIZANTE.
- C.20. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL ENSILAJE DE KENAF (*hibiscus cannabinus* L. CV. endora) Y CROTALARIA (*crotalaria juncea* L.) COMO ALTERNATIVAS FORRAJERAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CAPRINA.
- C.21. TALLERES DE CAPACITACIÓN EN PRODUCCIÓN Y SALUD ANIMAL CON PRODUCTORES DE OBISPO TREJO EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA.



C.22. CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE UNA BACTERIA CAUSANTE DE PIE NEGRO Y PODREDUMBRE BLANDA EN PAPA AISLADA DEL CINTURÓN VERDE DE CÓRDOBA CAPITAL.

EXTENSIÓN Y REGENERACIÓN DE SUELOS: UNA EXPERIENCIA DE MANEJO AGROALIMENTARIO SUSTENTABLE

Heguiabehere Amparo¹, Bruno Carla² y Barbeito Azul³, Porporato Andrea⁴

¹ Universidad Nacional de Río Cuarto. Ruta Nacional 36 km 601. aheguiabehere@ayv.unrc.edu.ar ([Heguiabehere Amparo](#)).

² Universidad Nacional de Río Cuarto. Ruta Nacional 36 km 601. cbruno@ayv.unrc.edu.ar ([Bruno Carla](#)).

³ Universidad Nacional de Río Cuarto. Ruta Nacional 36 km 601. abarbeito@ayv.unrc.edu.ar ([Barbeito Azul](#)).

⁴ Universidad Nacional de Río Cuarto. Ruta Nacional 36 km 601. aporporato@ayv.unrc.edu.ar ([Porporato Andrea](#)).

En el presente siglo, la degradación del suelo constituye uno de los principales problemas ambientales que afectan a la humanidad, impactando en la capacidad productiva y en la calidad de los recursos naturales. Implementar prácticas de manejo conservacionistas que tiendan a incrementar el contenido de carbono y a la vez favorecer la supervivencia y actividad microbiana, podrían contribuir a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Estos principios con enfoque holístico son los que sustentan la agroecología y los manejos alternativos en ganadería extensiva como lo es el Pastoreo Racional Voisin (PRV). El siguiente trabajo surge a partir de una práctica de extensión de estudiantes avanzados de la carrera de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria de la UNRC. El proyecto de extensión que enmarcó esta práctica fue una iniciativa de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, en vinculación con diferentes establecimientos agropecuarios ubicados en el área de incumbencia de la universidad. Una de las experiencias se llevó adelante en un campo ganadero, cuyo manejo regenerativo de suelos se basa en la no utilización de insumos químicos de síntesis, pasturas polifíticas y pastoreo PRV. Los parámetros físicos, químicos y biológicos son potenciales indicadores de calidad de suelo, que permiten monitorear en forma temprana y de manera eficaz los cambios que se puedan producir como consecuencia del manejo. El establecimiento, históricamente tuvo un manejo agrícola convencional, pero desde hace siete años se comenzó con producción ganadera de invernada y la transición gradual a un manejo regenerativo de suelo. El objetivo del trabajo de campo fue analizar el impacto del manejo regenerativo en los indicadores químicos y biológicos de calidad de suelo. Para ello se tomaron muestras de suelo en tres parcelas, con tres sitios en cada una, y seis piques de barreno en los primeros 10 cm en cada sitio. Las parcelas fueron seleccionadas de manera intencional en función al tiempo que llevan bajo manejo regenerativo, y además, se tomó una cuarta parcela debajo del alambrado que se acerca más al suelo prístino. Sobre las muestras recabadas se efectuaron análisis químicos como fósforo, nitrógeno, nitrógeno de nitratos y materia orgánica; y biológicos como actividad celulolítica y respiración basal. Los resultados

mostraron una clara y constante mejora en los parámetros analizados en relación al tiempo de implementación del manejo regenerativo que tenían las parcelas, es decir, a mayor tiempo, se observó una correlación positiva en la mejora de los indicadores analizados: existe un aumento de la respiración microbiana, del porcentaje de materia orgánica total y particulada. Además, hay una mayor cantidad de nitrógeno, nitrógeno de nitratos y fósforo. Como conclusión, resaltamos el impacto positivo de las técnicas de manejo regenerativo sobre los parámetros de suelo analizados, observando como el sistema va evolucionando a lo largo del tiempo en términos de potencial productivo. También valoramos positivamente la experiencia ya que permite a los estudiantes conocer las ventajas del manejo PRV y consolidar una práctica pre profesional de extensión.

Palabras clave: Manejo Regenerativo, Suelo, Extensión, Agroecología



EFFECTO DEL AGREGADO DE BIOMASA PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA DEL MANÍ EN LA ESTABILIDAD Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE NADES

Urenda, Camila¹, Martino, Romina¹, Lanteri, Mario¹ y Sánchez, Marianela¹.

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB – CONICET), Universidad Nacional de Villa María, Av. Arturo Jauretche 1555, 5900. Villa María, Córdoba, Argentina. urendacamila@gmail.com

Los disolventes eutécticos profundos naturales (NADES) son disolventes líquidos formados por la mezcla de dos o más compuestos naturales como azúcares, aminoácidos y ácidos orgánicos. Para su formación es necesaria la combinación en proporciones específicas de dos o más de estos compuestos, donde algunos actúan como donantes de enlace hidrógeno (HBD) y otros actúan como aceptores (HBA), generando una mezcla líquida con un punto de fusión muy bajo.

Los NADES son considerados más seguros y cuidadosos con el medio ambiente que los solventes tradicionales, ya que derivan de fuentes naturales y son biodegradables. A pesar de estas ventajas, pueden sufrir separaciones de fases, cambios en sus propiedades fisicoquímicas, crecimiento de mohos y hongos, etc. Para su correcto empleo es necesario estudiar detalladamente los factores que afectan su integridad y estabilidad.

Se han reportado resultados prometedores que respaldan la aplicación de NADES para la extracción selectiva de compuestos bioactivos, como ser antioxidantes y pigmentos naturales, a partir de residuos de la agroindustria.

Durante la cadena de producción de maní se generan grandes cantidades de residuos agroindustriales como son la cáscara y el tegumento. El destino final de tales residuos es de particular importancia en nuestro país, especialmente en la provincia de Córdoba, la cual se destaca como uno de los principales generadores de biomasa lignocelulósica. Al combinar el potencial de los NADES como disolventes sostenibles, con la biomasa generada por la industria del maní, se abre la puerta a la generación de nuevos productos de valor añadido, contribuyendo así a la sostenibilidad y economía circular local.

En este trabajo se evalúa el efecto del agregado de biomasa de cáscara y tegumento de maní en la estabilidad de NADES basados en mezclas de sacarosa y ácido cítrico 1:1 con 20% de agua, permitiendo estimar el porcentaje de biomasa máximo que induce la desestabilización. Para ello, se midieron propiedades fisicoquímicas tales como pH, conductividad, color, densidad y humedad.

Para ello, se prepararon 35 mL de NADES y se mantuvieron durante 48 h a 5 °C para asegurar su estabilidad. Una vez finalizado este período, se realizaron los análisis fisicoquímicos mencionados. Posteriormente, se agregó 0,4 g de biomasa (tegumento o cáscara, previamente desgrasados, molidos y tamizados) al grupo de NADES en ensayo y se trabajó paralelamente con un grupo control (sin agregado de biomasa) Luego de 24 h a 5 °C, se llevaron a cabo las mediciones respectivas sobre ambos grupos. Este procedimiento fue reiterado, de manera secuencial, hasta alcanzar una concentración

máxima de 7,5 % m/m de biomasa, donde no fue posible continuar con el ensayo debido al alto grado de viscosidad alcanzado por los NADES.

En el rango de porcentajes analizado se pudieron observar únicamente cambios en cuanto al color de las muestras. Esto indica que el sistema tolera el agregado de ambas biomásas hasta un 7,5% m/m sin desestabilizarse. Los resultados obtenidos permitirán optimizar en un futuro las extracciones realizadas con NADES sobre esta biomasa y mejorar el aprovechamiento de los subproductos de la industria del maní de nuestra provincia.

Palabras clave: NADES, biomasa, maní, estabilidad.

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE HONGOS ENDÓFITOS SEPTADOS OSCUROS COMO PROMOTORES DEL CRECIMIENTO SOBRE EL CULTIVO DE TOMATE.

Almirón Carolina¹, Caset M.Laura², Ponso M. Agustina¹, Areco Vanesa¹,
Chiocchio Viviana³ y Yaryura Pablo^{1,2}

¹Instituto Multidisciplinario de Investigaciones y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (UNVM-CONICE T). ²Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad Nacional de Villa María. ³Instituto de Investigaciones en Biociencias Agrícolas y Ambientales, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía.

Contacto: calmiron@unvm.edu.ar

Las interacciones plantas-microorganismos son relaciones ecosistémicas ampliamente estudiadas, al igual que la simbiosis con hongos formadores de micorrizas arbusculares, considerada durante mucho tiempo la única asociación del tipo mutualista entre hongos y plantas. Sin embargo, en la última década se registró un aumento en el número de hongos capaces de formar este tipo de asociación con las plantas, entre ellos un grupo conocidos como endófitos septados oscuros (por sus siglas en inglés, DSE). Los DSE pertenecen al Phylum *Ascomycota*, y constituyen uno de los grupos de hongos menos estudiados a nivel mundial con gran potencial para ser usados como promotores del crecimiento vegetal. Los objetivos de este trabajo fueron: [a] caracterizar dos aislamientos DSE, extraídos de raíces de tomate (C23) cultivados en el cinturón verde de Villa María y Grama Rhodes (GR1A) cultivado en Junín, provincia de Buenos Aires. [b] Evaluar la promoción del crecimiento vegetal de los DSE en el cultivo de tomate. Para ello, se analizó el perfil enzimático (amilasa, celulasa y solubilización de fosfatos), la producción de ácido indol-acético y producción de sideróforos. La promoción del crecimiento vegetal se evaluó mediante la inoculación individual (GR1A y C23), combinada (C23+GR1A) y un tratamiento control sin inocular. Las semillas de tomate (Híbrido: ICHIBAN) fueron inoculadas con el micelio de cada DSE en el sustrato de germinación (GrowMix MultiPro), 7 plantas por tratamiento, crecieron en macetas de 1 L por 60 días en invernadero. Las variables de crecimiento evaluadas fueron: número de hojas, altura de planta, diámetro de tallo, peso seco (PS) de hojas, tallos y raíz, y largo de raíz. Además, se determinó el contenido de pigmentos fotosintéticos y se evaluó la estructura radicular mediante el software *saRIA*. Los datos fueron analizados mediante análisis de la varianza ($P \leq 0,05$) con test a posteriori LSD Fisher. El aislamiento C23 presentó *in vitro* actividad celulasa, amilasa, producción de ácido indol-acético y sideróforos, mientras que GR1A solubilizó fosfato, presentó solo actividad amilasa. La inoculación de ambos DSE (individual o combinados) generó incrementos estadísticamente significativos en las variables altura de planta, PS de tallos y contenido de carotenoides en hojas, con respecto al control. La inoculación combinada, además, modificó significativamente el área foliar y la estructura radical de las plantas generando incrementos en el área radicular, largo total de raíz y producción de raíces laterales, con respecto al control. Los resultados sugieren que estos aislamientos de



DSE, inoculados solos o combinados en semillas de tomate, podrían ser usados para el desarrollo de productos biotecnológicos para ser aplicados como biofertilizantes en este cultivo.

Palabras clave: DSE, promoción de crecimiento, tomate.

SUELO EXPORTADO: EL COSTO INVISIBLE DE NUESTRAS COSECHAS

Sarmiento Claudio¹, Cabrera Flavia S.² y Novisardi Fernando³.

¹ I.A.P.C. Básicas y Aplicadas, UNVM y FAV, UNRC. csarmiento@ayv.unrc.edu.ar

² FAV, UNRC. scabrera@ayv.unrc.edu.ar

³ I.A.P.C. Básicas y Aplicadas, UNVM. fnovisardi@unvm.edu.ar

La agricultura generalmente es evaluada por sus resultados productivos y/o económicos. Se habla entonces de una agricultura exitosa cuando produjo una cierta cantidad de toneladas de granos y con ello una cierta rentabilidad. Los costos ambientales suelen estar excluidos de las ecuaciones con las que se estima el éxito de la agricultura, entre ellos, los nutrientes que se van del suelo con cada cosecha, lo que se conoce como Suelo exportado o Suelo virtual. La exportación de suelos es un importante intangible ambiental: no lo vemos, no nos damos cuenta, pero cada año toneladas de nuestro suelo se van del país, la mayoría en barcos de carga hacia países con capacidad de compra. Los suelos donde hoy están nuestros campos, hasta no hace mucho tiempo fueron ecosistemas naturales, que por siglos generaron la reserva de nutrientes que hoy sustentan la producción agropecuaria. De este modo, si queremos sostener nuestra productividad a lo largo del tiempo, es imprescindible mantener ese activo ambiental.

El objetivo de este trabajo es dar visibilidad a la sostenida exportación de nutrientes que está generando el modelo de producción agropecuario argentino y con ello a la necesidad de reconsiderar su carácter de exitoso. Para ello se calculó el suelo exportado en Argentina por sus tres principales cultivos: soja, maíz y trigo, durante la campaña 2021-2022. Para estimar la cantidad de nutrientes extraídos por tonelada de grano se usaron datos de Pengue (2017), quien elaboró una tabla con datos promedio de 15 trabajos científicos. Se tuvieron en cuenta la exportación de granos de los tres cultivos mencionados y del expeller y aceite de soja, según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Se consideró también la reposición de nutrientes mediante la fertilización, para lo que se utilizaron datos de la Asociación Civil Fertilizar. Se analizaron los nutrientes Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre, Boro, Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc. No se tuvo en cuenta el Nitrógeno, al ser un nutriente cuya reserva principal está en el aire.

Sumando los diez nutrientes analizados, se exportaron con los granos un total de 2.907.493 millones de toneladas de nutrientes durante la campaña 2021-2022. Si a esto se le resta la reposición por fertilización, da un neto exportado de 2.512.033 toneladas. Si pudiésemos poner estos nutrientes en containers de exportación, llenaríamos 104.668 containers. Si a estos containers los pusiéramos en hilera, se haría una fila de 1256 kilómetros, aproximadamente la distancia que separa las ciudades de Buenos Aires y Tucumán.



Tal como está planteado, el modelo agropecuario predominante funciona como una invisible minería de nuestros suelos. Ningún sistema productivo puede sostenerse en el mediano plazo si su práctica se basa en el agotamiento de los recursos que lo sustentan. Habrá que buscar y promover, entonces, modelos agrícolas que promuevan el ciclo de los nutrientes más que su exportación, de modo tal que la prosperidad generada por la agricultura no se agote en pocas generaciones.

Palabras clave: Suelo virtual, externalidades, intangible ambiental.

ENCAPSULACIÓN DE COMPUESTOS ACTIVOS EN LIPOSOMAS PARA APLICACION COMO FERTILIZANTE FOLIAR EN LA AGRICULTURA

Setien, Evangelina¹, Ponzio, Lucas¹, Moyano, Fernando², Yslas, Edith Inés³, Acevedo, Diego Fernando.¹

¹IITEMA, Dpto. Tecnología Química UNRC, Ruta Nac. 36 - Km. 601, Río Cuarto, 5800, Argentina.

²IDAS, Dpto. Química UNRC, Ruta Nac. 36 - Km. 601, Río Cuarto, 5800, Argentina.

³IITEMA, Dpto. Biología Molecular UNRC, Ruta Nac. 36 - Km. 601, Río Cuarto, 5800, Argentina.

esetien@exa.unrc.edu.ar

En un escenario desafiante de cambio climático, debemos proporcionar agricultura con nuevas herramientas para mejorar el rendimiento de los cultivos alimentarios, para alimentar a una población creciente. Es por ello la necesidad de generar nuevas alternativas eco amigables para la mejora de los rendimientos de los cultivos.

Una de las nuevas tendencias es el desarrollo de sistemas nanoencapsulados donde las sustancias activas están vehiculizadas dentro de un nanomaterial que los protege contra la degradación producida por el ambiente y/o proporciona una liberación controlada.

El objetivo de este estudio es generar sistemas encapsulados estables de compuestos activos (bioestimulantes y nanopartículas) dentro de liposomas generados a partir de lecitina de soja.

Los liposomas se generaron a partir de lecitina de soja (subproducto del proceso de desgomado del aceite de soja) mediante el método de película y posterior hidratación con las soluciones acuosas de los bioestimulantes y/o nanopartículas. El proceso de homogeneización de los tamaños y cantidad de capas de los liposomas se realiza mediante sonicación.

Las soluciones liposomales que se testearon fueron: 1) mezcla de L-Asparagina y ácido (+) glutámico (c/u 0.5 g/l) 2) mezcla de Cisteína, Alanina, Arginina y ácido (+) glutámico (c/u 0.25 g/l) 3) nanopartículas de ZnO biosintetizadas 4) lisado proteico de sangre bovina (residuo de frigorífico). A las soluciones liposomales se las caracterizó mediante dispersión dinámica de la luz (DLS), espectroscopía UV, dispersión dinámica de la luz (DSC) y medidas de tensión superficial. Los cuatro tratamientos se aplicaron en forma de spray superior por única vez a los 21 días post emergencia de plantas de maíz (en presencia de 4^{ta} hoja) frente a un control sin tratamiento (5 plantas por tratamiento y control) y se siguió su crecimiento en cámara de cultivo (invernadero con luz artificial). A los 70 días post emergencia se compararon los resultados mediante los siguientes parámetros: longitud de planta, longitud de tallo, cantidad de hojas verdes, índice verde, peso seco de raíces y de tallo y hojas y cantidad de flores.

Como resultado Se obtuvieron soluciones liposomales estables con un diámetro hidrodinámico de 200 a 500 nm y con índices de polidispersidad aceptables. Además, valores de tensión superficiales (60 - 68 Mn/m) para cada uno de los sistemas antes mencionado fueron obtenidos.

Como resultados preliminares de la aplicación de los tratamientos se observan, en todos los casos mejoras respecto al testigo en variables como peso seco, altura de planta, índice verde. Siendo el tratamiento 4^o el que mejores resultados comparativos presenta.

En conclusión, Se pudieron obtener componentes activos nanoencapsulados en liposomas de lecitina de soja formando soluciones estables que presentan mejoras en diferentes parámetros de crecimiento y desarrollo de plantas de maíz frente a un testigo sin aplicación de tratamientos.

Palabras clave: biofertilizantes, agricultura, sustentabilidad, nanoencapsulados.

EVALUACIÓN DEL NITRÓGENO DE LA BIOMASA MICROBIANA EN UN PROCESO DE TRANSICION AGROECOLÓGICO

Orozco Flavia¹, Bruno Carla¹, Mattalia M. Laura¹, Basualdo Claudia¹.

¹Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Ruta Nac. 36 km 601.
E-mail: flaviaorozco_99@hotmail.com.

El nitrógeno de la biomasa microbiana (NBM) del suelo es un indicador biológico capaz de demostrar cambios en el uso y manejo del suelo. Estos valores están condicionados por factores como la temperatura, la humedad y la historia del lote. El objetivo de esta investigación fue evaluar si existe variación anual del NBM entre la temporada primavera-verano y otoño-invierno del año 2022. Los estudios se realizaron en el campo experimental (CAMDOCEX) de la Facultad de Agronomía y Veterinaria ubicado en la Universidad Nacional de Río Cuarto. Los tratamientos, realizados sobre un suelo Haplustol típico, fueron los siguientes: una parcela en transición a manejo agroecológico y un área testigo (considerada prístina). La metodología utilizada para la determinación de NBM fue por el método fumigación-extracción. Los valores máximos de NBM fueron encontrados en la temporada estival, permitiendo diferenciar la parcela de transición agroecológica y la situación prístina con valores de 32.61 μg de N g^{-1} ss y 111.30 μg de N g^{-1} ss respectivamente. El indicador mostró valores menores en la temporada invernal donde no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Teniendo en cuenta que las precipitaciones ocurridas en el año en que se realizó el ensayo fueron el 50 % de la media anual de la zona. Los resultados muestran que la humedad es un factor importante, que condiciona la actividad de la biomasa microbiana, por lo que sería necesario seguir monitoreando los cambios del microbioma en relación a la humedad del suelo.

Palabras claves: nitrógeno microbiano, indicador biológico, microbioma, agroecología, Haplustol típico.

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TRES VARIETADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN SIEMBRA SEMITARDÍA EN LA LOCALIDAD DE VILLA MARÍA, CÓRDOBA

Bianchi Francisco¹, Sattler Alfredo E.¹, Barrera Rocío¹ y Castagno Nadia¹.

¹ Cultivos Intensivos. Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad Nacional de Villa María. franbianchi@gmail.com

Se buscó estudiar el comportamiento de estados fenológicos y evaluar el rendimiento en fresco de tres variedades de papa en cuatro fechas de siembra semitardía en la localidad de Villa María. El ensayo se llevó a cabo en el campo experimental de la UNVM en la campaña 2022/23. Para cada fecha de siembra se utilizó una superficie de 307,2 m² que consiste en 14 hileras de 24 m de largo, separadas cada 0,8 m. En cada fecha de siembra se utilizó un modelo de bloques completos al azar con 3 repeticiones, donde cada tratamiento consta de 4 hileras de 8m de largo y separadas a 0,8m (25,6m²). Se utilizó una densidad de 5 semillones x metro lineal. Las fechas de siembra fueron 1/09, 29/09, 28/10 y 01/12 de 2022. Las variedades utilizadas fueron Spunta, Sagita y Daifla, en cuanto al largo del ciclo, de menor a mayor se ordenan: Sagita, Spunta y Daifla. En cada tratamiento se definió fecha de siembra, emergencia, inicio de tuberización, número de tallos, altura de los tallos, número de tubérculos y peso de los tubérculos. Los datos meteorológicos fueron registrados por la central meteorológica con la que cuenta la UNVM. En la primera fecha de siembra (1/09) Spunta fue la variedad que más rinde tuvo, equivalente a 22.395kg/ha, seguida por Sagita con 20.677kg/ha y Daifla 12.781kg/ha. En esta fecha de siembra Spunta fue la variedad que menos tallos por metro lineal tuvo, pero fue la que más tubérculos por tallo obtuvo, siendo 6,5 tallos/m lineal y 2,2 tubérculos comercializables/tallo. En tanto que Sagita y Daifla lograron 8 tallos/m lineal y 1,6 tubérculos comercializables/tallo. En la segunda fecha de siembra (29/09) Sagita fue la variedad que más rinde tuvo, equivalente a 30.196kg/ha, seguida por Spunta con 25.145kg/ha y Daifla 24.167kg/ha. En esta fecha de siembra Sagita fue la variedad que más tallos por metro lineal tuvo, pero fue la que menos tubérculos por tallo obtuvo, siendo 8,2 tallos/m lineal y 1,9 tubérculos comercializables/tallo. En tanto que Spunta logró 6,8 tallos/m lineal y 2,7 tubérculos comercializables/tallo y Daifla logró 7,5 tallos/m lineal y 3 tubérculos comercializables/tallo. En la tercera fecha de siembra (28/10) Sagita fue la variedad que más rinde tuvo, equivalente a 27.187kg/ha, seguida por Daifla con 14.844kg/ha y Spunta 13.260kg/ha. En esta fecha de siembra Sagita fue la variedad que más tallos por metro lineal tuvo, siendo 15 tallos/m lineal. En tanto que Daifla logró 13,3 tallos/m lineal y Spunta 9 tallos/m lineal. Las 3 variedades presentaron similar producción por tallo, siendo alrededor de 1,2 tubérculos comercializables/tallo. En la cuarta fecha de siembra (1/12) Sagita fue la variedad que más rinde tuvo, equivalente a 22.562kg/ha, seguida por Daifla con 11.323kg/ha y Spunta 10.083kg/ha. En esta fecha de siembra todas las variedades lograron similares tallos/m lineal, alrededor de 8,4. Sagita obtuvo 2,4 tubérculos comercializables/tallo, mientras que tanto Daifla y Spunta hicieron 1,2



tubérculos comercializables/tallo. Dado que el promedio de rendimiento en la provincia de Córdoba es de 25Tn/ha, los resultados preliminares que se obtuvieron en la campaña 2022/23 en este ensayo dan cuenta que es posible producir papa en siembras semitardías en Villa María con rendimientos similares al promedio provincial, siendo la variedad Sagita en las siembras del 29/09 y 28/10 donde mejor desempeño y rendimiento en fresco se obtuvo.

Palabras clave: papa, *Solanum tuberosum*, fecha de siembra, variedades.

RESCATE Y SELECCIÓN DE SEMILLAS HORTÍCOLAS PARA SU USO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE.

Pantuso Francisco¹, Marcos Rechhe² y Silvia Virginillo¹.

¹ Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinaria. Universidad del Salvador. Campus Nuestra Señora del Pilar. Champagnat 1599. Pilar, Buenos Aires. ²CIDEPA, Universidad Nacional de Luján. Ruta 5 y Constitución. Lujan, Buenos Aires. E-mail: fpantuso@gmail.com

Se estima que la población mundial es de 8 billones de seres humanos, con un crecimiento del 33% en los últimos 23 años. En dicho período, la superficie destinada a la producción de alimentos se ha mantenido constante, lo que significa que la tierra de cultivo per cápita en el mundo ha disminuido de manera continua. Si bien, la agricultura moderna ha generado un aumento en la producción de alimentos, ha puesto en riesgo la sustentabilidad del sistema. El desafío actual, es la de producir más alimentos de manera sustentable. El objetivo del presente trabajo es la obtención de semillas de acelga, producto del proceso de rescate y selección a partir del uso de la biodiversidad existente. Dicho objetivo se ha planteado como respuesta a las demandas concretas de los productores en huertas sustentables. El desarrollo del proyecto se realiza en el campo experimental de la Universidad Nacional de Lujan (CIDEPA) y en huertas de los productores hortícolas, contando además con la colaboración de distintos actores dentro del proceso productivo asociados al proyecto. El sistema de rescate y selección se basa, en el uso de la biodiversidad existente, seleccionando los mejores individuos y generando nuevas poblaciones biodiversas. Se continúa con el proceso de mejoramiento genético cooperativo donde están involucrados quienes son parte del presente proyecto. Se destaca aquí el manejo agroecológico, sin el uso de agroquímicos ni transgénicos, como manera asegurar la sustentabilidad futura. El diseño utilizado es el de bloques completos aleatorizados con parcelas de 5.5 m² y 4 repeticiones. Se utilizaron 8 materiales biodiversos de acelga, 5 suministrados por los productores y 3 materiales comerciales usados como testigos. El cultivo se siembra en bandejas para, posteriormente realizar el trasplante a campo a los 30 días de la emergencia. Se midieron 6 caracteres relativos a la producción: cantidad, ancho y largo de hoja, largo de lámina, largo de penca y días a floración. Se realizó un análisis de varianza y posteriormente el test de comparaciones múltiples de medias de Tuckey. Los resultados obtenidos muestran diferencias estadísticamente significativas ($\alpha < 0.05$) en ancho y largo de lámina y resistencia a la floración temprana. No se observaron diferencias significativas para los caracteres cantidad y largo total de hoja ni tampoco en largo de penca. La prueba de diferencias de medias reveló que dos de los materiales evaluados se destacan por sus características productivas y su resistencia a la floración, los cuales son utilizados en el programa de selección en marcha.

Palabras clave: Acelga, Biodiversidad, Sustentabilidad.

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS COMO INDICADORES BIOLÓGICOS DE LA SALUD DEL SUELO

Bauk Lucrecia¹², Boiero Laura¹², Pereyra Porcel Paola², Milán Cecilia¹

¹ Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas. Universidad Nacional de Villa María. Arturo Jauretche 1555

² Análisis Agropecuarios. 25 de mayo y Gral. Roca. Villa Nueva

lbauk@unvm.edu.ar

En las últimas décadas la agriculturización ha acelerado los procesos de degradación de suelos en la región de Villa María. En una agricultura sustentable es de importancia la identificación de parámetros que puedan utilizarse como indicadores para inferir el estado de la salud edáfica (ISE). Se procura que los ISE sean económicos de determinar, fáciles de interpretar y sensibles a los cambios. El objetivo fue evaluar parámetros químicos y microbiológicos, como indicadores del impacto de manejos en suelos de la región. Se realizaron 3 ensayos con diseños completamente aleatorizados y 3 repeticiones. En 0-20 cm de cada Unidad experimental se determinó: Carbono de la Biomasa Microbiana (CBM), carbono orgánico del suelo (COS), Nitrógeno mineralizado en anaerobiosis (NAN), Análisis de Grupos funcionales (Celulolíticos, Nitrificadores, Fijadores de nitrógeno de vida libre, amonificadores). En el primer ensayo se evaluaron 3 tratamientos de un cultivo de Maíz: en Siembra directa estercolado (SDe), en Siembra directa sin estercolado (SDse) y en labranza convencional sin estercolar (LCse). El segundo ensayo consistió en un cultivo de soja con 5 tratamientos: Alta productividad con y sin cultivo de maní antecesor (APm y AP) Baja productividad con y sin cultivo de maní antecesor (BPm y BP) y Alambrado). El tercer ensayo fue de cultivos de cobertura: Vicia, Centeno, Alambrado y Barbecho con dos momentos de evaluación (al comienzo y al final del ensayo). Los datos se analizaron con ANAVAS y Análisis de componentes principales. En el primer ensayo, los organismos celulolíticos fueron más abundantes en LCse, en el segundo ensayo lo fueron en Alambrado, seguido por AP y en el tercer ensayo fueron más abundantes en Barbecho. Los Fijadores de nitrógeno fueron más numerosos en SDe del primer ensayo, en el segundo ensayo fue mayor en Alambrado, seguido por AP, mientras, que en el ensayo de cultivos de cobertura fueron menos abundantes en centeno. En cuanto a los amonificadores en el primer ensayo mostraron escasa población en todos los tratamientos y no se pudieron cuantificar, en el segundo ensayo se pudieron cuantificar, pero no obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos y en el tercero fueron más abundantes en Vicia. El NAN fue mayor en SDe del primer ensayo, en el segundo ensayo fue mayor en Alambrado, seguido por AP y en el tercero fue mayor en Vicia y menor en centeno. El CBM fue mayor en SDe del primer ensayo, y en Alambrado y AP en el ensayo de soja, mientras que en el tercer ensayo en Alambrado y en Barbecho. En el primer ensayo hubo mayor cantidad de COS en SDe, en el segundo ensayo en los tratamientos alambrado, APm y BPm y en tercero fue mayor en Centeno y menor en Vicia, evidenciando que el COS es un parámetro

asociado a mayores aportes a partir de residuos o raíces. En general en la segunda fecha del ensayo de cultivos de cobertura se observó menor abundancia en las poblaciones de todos los grupos funcionales con respecto la primera fecha, atribuible a la sequía que hubo en esta campaña, afectación en común con los todos ensayos. Los resultados evidenciaron una alta sensibilidad de estos indicadores seleccionados (salvo en amonificadores) para discriminar ambientes edáficos, efectos climáticos y manejos agronómicos. El empleo de estos ISE permitiría detectar de manera temprana, los efectos del uso de suelos y contribuir en la sustentabilidad del sistema.

Palabras clave: grupos funcionales, microbiología de suelos, calidad de suelo.

EL ROL DEL ESTADO LOCAL EN EL CINTURÓN VERDE DE VILLA MARÍA Y VILLA NUEVA MEDIANTE ACCIONES SOBRE LA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA: INICIATIVAS Y RESULTADOS PARA EL DESARROLLO DEL SECTOR.

Ing. Agr. Formía Marcos marcos.formia@gmail.com

Pte del Centro de Graduados UNVM - Integrante del Directorio del MAVM

Ing. Agr. Wester Otto Christian ottowester59@gmail.com

Profesor Adjunto (IA - TIP) - Secretario Planeamiento MVM

Desde el año 2017 hasta la fecha, el rol del Estado Municipal (por sí ó integrado a la Sociedad de Economía Mixta, Mercado de Abasto Villa María) se ha destacado en el fortalecimiento de la producción hortícola local, generando un impacto positivo en los productores y producciones de la zona. A través de una gestión conjunta, entre el Mercado de Abasto, los propios productores integrados a la recientemente constituida Asociación de Productores Hortícolas (APrHo) de Villa María y Villa Nueva y otras instituciones locales (INTA; UNVM; UTN, CIAPC), se han llevado a cabo diversas acciones que han mejorado significativamente los modos productivos en la región. Este acompañamiento y el consecuente fortalecimiento de la producción hortícola local, se ha manifestado a través de diversas acciones. En primer acontecimiento de esta secuencia, fue la adquisición mediante el Programa PRODERI de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación y el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba, de la estructura e instalación de mallas antigranizo (½ hectárea por unidad productiva) para 21 productores (una de las cuales fue reubicada en el campus de la UNVM). Una externalidad importante de esta iniciativa y de carácter organizacional para el sector productivo, fue la incipiente conformación de una agrupación de productores hortícolas que ha terminando cristalizando posteriormente en dos dispositivos: **a)** por un lado la constitución en el 2018 de un Grupo de Cambio Rural Hortícola que ha llevado adelante interesantes iniciativas *ad intra* del sector productivo y **b)** posteriormente la conformación de la Asociación Civil de Productores Hortícolas de Villa María y Villa Nueva aprobado definitivamente en 2022, que se ha constituido como una referencia local de las demandas y necesidades del sector hacia el medio, tanto en términos técnicos, académicos, políticos y financieros. En sumatoria a la instalación de aquella gran solución a recurrentes problemas de pedrea y pérdidas estivales de grandes magnitudes locales, como fueron las mallas antigranizo, se inició un acompañamiento técnico en la gestión de préstamos para un total de 11 productores, permitiéndoles mediante operatorias financiadas por el Consejo Federal de Inversiones (CFI) y organismos de la Provincia de Córdoba en 2019, permitió iniciar la instalación de riego por goteo, incorporación de equipamiento de laboreo, mejora de la infraestructura

de sus predios. Un resultado de la incipiente organización de productores y el funcionamiento del Grupo de Cambio Rural, fue la incorporación de los productores hortícolas del cinturón verde, a una interesante política sectorial que se lleva adelante en el sector productivo agrícola ganadero provincial como son las Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA), iniciadas durante 2019 que dió lugar anualmente a capacitaciones relacionadas a estas temáticas para casi 30 productores hortícolas locales, fortaleciendo así las prácticas sostenibles en el sector y pudiendo recuperar algunos aportes dinerarios que el programa supone. Además, este año se adquirió equipamiento y herramientas integradas por un tractor articulado de 45 HP específico para trabajar en el sector, compuesto por herramientas como rotovalor, rastra de discos y desmalezadora. En relación a vinculación con programas de organismos nacionales, tanto la APRHo, como el propio Mercado de Abasto, logró vincularse con el programa INTERRIS de la Fundación ArgenINTA que facilitó incorporación de recursos financieros para mejora de cobertura de cultivos para más de 7 productores (4 hectáreas). También se ha recurrido a financiamiento del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación, mediante el cual a través de programa PROCODAS (2021) con el que se pudo acompañar la propia iniciativa del Mercado de Abasto SEM de montar en su predio, una *plantinera* destinada a la producción de plantines de alta calidad y sanidad controlada para el sector hortícola local, incorporando riego por microaspersión de la plantinera y una sembradora neumática de speedling de plantines para la plantinera. Durante el año 2022 se llevaron a cabo distintas capacitaciones brindadas a los miembros de la AprHo en articulación con la MVM, el MAVM y el INTA que sirvieron como base para desarrollar ensayos agronómicos en campos de productores locales centrados en la diversidad de cultivos. Fueron trabajados por productores/as asociadas y técnicos/as de las instituciones que luego expusieron los resultados de manera conjunta analizando la factibilidad de realización en las quintas locales. Recientemente (2023) y en colaboración con la Subsecretaría de Fortalecimiento de Pequeños y Medianos Productores de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, se logró el aporte no reintegrable (ANR) destinado a la Asociación de Productores Hortícolas para la compra de maquinaria específica para el trasplante y la siembra neumática de especies hortícolas, optimizando los procesos y reduciendo los costos de mano de obra. Hasta el momento, todas las acciones llevadas a cabo han logrado fortalecer la producción local de hortalizas y consolidar los vínculos asociativos entre productores e instituciones locales. Estos logros sientan las bases para continuar profundizando el trabajo conjunto en beneficio del sector hortícola. El compromiso y apoyo conseguido ha generado un impacto positivo en la economía local y en la calidad de vida de los productores, promoviendo el desarrollo sostenible, la generación de empleo y el arraigo en el territorio. También ha permitido implementar diversas acciones orientadas a fortalecer la producción hortícola, promoviendo mejoras de las técnicas actuales, el asociativismo en el sector y el desarrollo de la idea de agregado de valor a la producción hortícola tradicional. Gracias a estas iniciativas, se ha logrado un impacto positivo en la productividad, rentabilidad y sustentabilidad del sector, generando beneficios tanto para los productores como para la comunidad en general.



En este contexto, un desafío por venir es la constitución de una idea organizativa de sectores productivos locales mediante la conformación de “clusters”. El sector hortícola en su conjunto ya se encuentra trabajando en la creación de un **Clúster Hortícola** como una iniciativa estratégica para potenciar aún más el desarrollo del sector. Esta posibilidad, permitirá una mayor colaboración y sinergia entre las Instituciones y los productores del sector, fomentando la cooperación, el intercambio de conocimientos y la implementación de estrategias conjuntas.

Palabras clave. Cinturón, Hortícola, Productor, Asociativismo.

MANCHA BACTERIANA EN TOMATE: EL GENOMA COMO PUNTO DE PARTIDA PARA EL DESARROLLO DE NUEVAS ALTERNATIVAS PARA SU CONTROL

Ponso, M. Agustina¹; Galvan, Tadeo²; Dunger, German³; Romero, Ana M.⁴; Bianco, M. Isabel² y Yaryura, Pablo M.¹

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentario y Biotecnológica (IMITAB, UNVM-CONICET), Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María, Villa María, Argentina.

² Instituto de Ciencia y Tecnología Dr. César Milstein – Fundación Pablo Cassará – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.

³ Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Ciencias Agropecuarias del Litoral, CONICET, Universidad Nacional del Litoral, Esperanza, Argentina.

⁴ Cátedra de Fitopatología, Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

aponso@unvm.edu.ar

Xanthomonas vesicatoria (Xv) conforma un grupo de especies que causan mancha bacteriana en tomate (*Solanum lycopersicum*), esta enfermedad disminuye la calidad de los frutos provocando pérdidas productivas. Actualmente, su control se basa principalmente en bactericidas a base de cobre, los cuales dañan el medio ambiente y también generan cepas de Xv resistentes a los mismos. Por lo tanto, es prioritario la búsqueda de alternativas sustentables para el manejo de la enfermedad. Para lograr este objetivo, en primer lugar, es importante entender los mecanismos de patogenicidad que utiliza la bacteria para causar la infección. Los factores de virulencia que emplea Xv han sido poco estudiados hasta el momento. Anteriormente, nuestro grupo aisló a campo, a partir de plantas de tomate, tres cepas de Xv (BNM 208, BNM 214 y BNM 216) que presentaron diferencias en su agresividad. La cepa BNM 208 fue la más agresiva, formando un *biofilm* homogéneo, bien estructurado y maduro. Además, esta cepa produjo un xantano (principal exopolisacárido producido por Xv) más viscoso comparado a las otras dos cepas. Para dilucidar las causas de estas diferencias, los genomas de las tres cepas fueron secuenciados y analizados, centrando el estudio en genes implicados en la formación de *biofilm* como el *pilus* tipo 4 y asociados a la producción de xantano. Los estudios genómicos se complementaron con ensayos de movilidad, producción de enzimas extracelulares, expresión génica y observación de hebras de xantano utilizando microscopía de fuerza atómica (AFM). No se encontraron diferencias en el grupo de genes relacionados con la producción de xantano, sin embargo, BNM 208 produjo cadenas más largas de xantano que BNM 214 y BNM 216. Esto se podría relacionar con la mayor expresión de *gumC* (gen codifica para una proteína involucrada en la polimerización del xantano) en BNM 208. Por otro lado, las tres cepas mostraron movimiento tipo *twitching* indicando que contienen el/los gen(es) que codifica(n) para PilA (pilina principal), los cuales son desconocidos en Xv. En BNM 208 se encontraron dos



genes PilA putativos (pilin-like.1 y pilin-like.2) mientras que en BNM 214 y BNM 216 se encontró un gen PilA putativo (pilin-like.2). El estudio de los mecanismos de virulencia de Xv permitirá encontrar blancos a partir de los cuales se podrían desarrollar nuevas estrategias de manejo de la enfermedad.

Palabras clave: *Xanthomonas vesicatoria*, factores de virulencia, genómica.

ACTIVIDAD OVICIDA DE ACEITES ESENCIALES DE SUICO Y ORÉGANO CONTRA *Tibraca limbativentris*, INSECTO PLAGA PARA EL CULTIVO DE ARROZ EN EL NEA

Prieto, María Cecilia^{1,2}, Fuentes-Rodríguez, Daniela³, Giese, Adriana Carolina⁴, Galdeano, Ernestina^{1,5}, Toledo, Andrea Vanesa³, y Grosso, Nelson Rubén^{2,6}

¹ Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Sargento Juan Bautista Cabral 2131. 3402BKG. Corrientes, Argentina. prietomc@agro.unc.edu.ar

² Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Ing. Agr. Félix Aldo Marrone 746, CC 509, X5016GCA, Córdoba, Argentina.

³ Centro de Investigaciones en Fitopatologías (CIDEFI-UNLP-CICPBA), CONICET. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Avenida 60 y 119, B1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina. dana.dafr@gmail.com

⁴ Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL-CONICET-UNNE). Ruta 5, Km 2.5. 3400. Corrientes, Argentina.

⁵ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste. Sargento Juan Bautista Cabral 2131. 3402BKG. Corrientes, Argentina.

⁶ Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Av. Vélez Sarsfield 1611, X5016GCA, Córdoba, Argentina.

Los aceites esenciales (AEs) son líquidos oleosos que se obtienen a partir de plantas aromáticas. Estos compuestos presentan una variada actividad biológica, mostrando diferentes funciones. En trabajos previos, algunos AEs han demostrado poseer bioactividad contra distintos insectos plaga, posicionándolos como una alternativa promisoriosa y sostenible para su control. En Argentina, el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) puede verse seriamente afectado por la chinche neotropical *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). Esta chinche es una de las plagas más relevantes del cultivo, debido a que causa grandes pérdidas económicas aún cuando se encuentra en bajas densidades. En los arrozales, *T. limbativentris* realiza la postura de sus huevos sobre las hojas de la planta, lo que los convierte en un blanco más accesible para la aplicación de compuestos bioactivos ya que las ninfas o adultos se encuentran la mayor parte del tiempo en la base de los tallos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial ovicida de los AEs de suico (*Tagetes minuta* L.) y orégano (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*) frente a posturas de *T. limbativentris*. Los AEs de suico y orégano fueron obtenidos por hidrodestilación en un aparato tipo Clavenger y fueron caracterizados químicamente por medio de cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (GC-MS). Los parentales fueron recolectados en arrozales de la provincia de Corrientes en enero de 2023, y luego fueron mantenidos en jaulas que contaban con una planta de arroz como fuente de alimento, de donde se obtuvieron las puestas de huevos para la realización de los ensayos. La actividad ovicida fue evaluada sumergiendo los huevos durante 10 segundos en diferentes soluciones de AE: 0.25%, 1% y 2% de AE disueltos en alcohol etílico al 5% (tratamientos). Como control negativo se utilizó una solución de alcohol

etílico al 5%. Los huevos fueron secados durante 2 minutos a temperatura ambiente y luego se mantuvieron en un recipiente de vidrio tapados con parafilm® hasta su eclosión. El AE de suico resultó compuesto principalmente por dihidrotagetona (38,4%), trans-tagetona (11,4%) y β -ocimeno (8,76%), mientras que la composición del AE de orégano estuvo dominada por timol (18,6%), trans-sabineno hidratado (18,60%) y γ -terpineno (11,7%). Los tratamientos se realizaron por triplicado y los resultados fueron expresados como porcentaje de eclosión, calculado como el porcentaje de huevos eclosionados sobre el número de huevos tratados. Los datos fueron analizados utilizando el test de normalidad de Shapiro-Wilks. Los datos de los diferentes tratamientos con AE de suico y el control se analizaron mediante el test de Kruskal-Wallis, mientras que los datos obtenidos de tratamientos con AE de orégano se analizaron mediante ANOVA. Los resultados mostraron diferencias significativas para el tratamiento con 2% de AE de suico con respecto al control ($p=0,022$), en el cual se observó un 11% de eclosión de huevos, mientras que no se encontraron diferencias significativas entre el control y los tratamientos de AE de orégano. Se concluye que la aplicación de AE de suico (2%) sobre huevos de *T. limbativentris* reduce su viabilidad, posicionando a este AE como una herramienta promisorio que aporte al control de esta especie plaga.

Palabras clave: chinche plaga, control natural, *Oryza sativa*.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS FENOLICOS TOTALES Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN GENOTIPOS DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) TIPO KABULI Y DESI

Allende María José^{1,2}, Balbo Raquel², Guillen Joel¹, Senn Andrea^{1,3}, Carreras Julia² y Martínez María José³.

¹ Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas, UNVM. Av. Jaureche 1555, CP5900 Villa María Córdoba. ² Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC. Ing. Agr. Félix Aldo Marrone 746, Ciudad Universitaria, CP5000 Córdoba. ³ Laboratorio de Calidad, EEINTA Manfredi. Ruta Nacional N° 9 - Km. 636, CP5988 Manfredi, Córdoba. mallende@unvm.edu.ar

Los compuestos fenólicos constituyen una de las principales clases de metabolitos secundarios de las plantas contribuyendo al sabor, color y textura de los alimentos. Actualmente, han cobrado gran importancia debido a que van asociado a proteínas y carbohidratos liberándolos en el colon por la microbiota fermentativa aludiendo un efecto antioxidante, anti mutagénico y secuestrador de radicales libres. La principal fuente de compuestos fenólicos en la dieta son los alimentos de origen vegetal (frutas, verduras, semillas, flores, etc.) donde las legumbres (en su conjunto) hacen un gran aporte. Por lo expuesto, se propone caracterizar una colección de genotipos de garbanzo tipo kabuli y desi para el contenido de compuestos fenólicos y su relación con la capacidad antioxidante para determinar su potencial como alimento funcional. Se evaluaron 39 genotipos pertenecientes al programa de mejora de la Facultad de Ciencias Agropecuarias-UNC. Se sembraron a campo para disponer de volumen de semilla para los análisis de laboratorio, en la localidad de Cañada de Luque, Córdoba. En laboratorio se determinó el contenido de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu siguiendo la metodología informada por Xu *et al.* (2007). El contenido fenólico total se expresó como equivalentes de ac. gálico (EAG, mg de ac. gálico / g de MS de muestra) utilizando una curva de calibración de ac. gálico (2-60 μg / ml, $r^2 = 0,9981$). Los análisis se realizaron por triplicado. Los datos se analizaron con técnicas exploratorias multivariadas (análisis de conglomerados y componentes principales). El análisis de medidas de resumen muestra una media de 2,01 mg EAG/g de MS de muestra para la población en estudio donde se destacan 15 genotipos con valores superiores. La semilla de garbanzo tipo kabuli tiene una capa delgada que varía en color de blanco a crema con valores de contenido de fenoles totales (CPT) de 0.99 mg EAG/g de MS de muestra y una actividad antioxidante (AA) (es decir una capacidad de capturar radicales libres) de 1.3 mmolesT/g de MS de muestra. Por el contrario, las semillas de garbanzo tipo Desi tienen una piel más gruesa, una cubierta de semillas de forma irregular que varía en color y puede ir de color café claro a negro con valores de contenido de polifenoles totales de 4.7 mg EAG/g de MS de muestra y una actividad antioxidante de 4.3 mmolesT/g de MS de muestra. Se pudo observar que entre estas dos variables existe una alta correlación positiva ($r=0,81$

$p < 0,0001$) es decir que cuanto mayor es el contenido de polifenoles presentes en la semilla mayor será su actividad antioxidante. En conclusión, las semillas de garbanzo coloreado tienen hasta 21 y 29 veces más de CPT y AA respectivamente, que las semillas de color crema y/o beige. El garbanzo de color podría contribuir significativamente al manejo y/o prevención de enfermedades degenerativas asociadas con el daño de los radicales libres debido a su alta actividad antioxidante.

Palabras clave: legumbre, coloración del grano, compuestos bioactivos, valor agregado.



COMPARACIÓN ENTRE UNA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA-PROTEÍCA Y UNA SUPLEMENTACIÓN CON ADITIVOS RUMINALES A VAQUILLAS DE REPOSICIÓN EN PASTOREO EN EL NORESTE DE LA PROVINCIA DEL CHACO

Reviglio, Roberto¹; Alfaro, Gastón², Rossi, Yanina³, Turiello, Paula^{4,5} y Bernáldez, Laura^{1,2}

¹ Universidad Nacional de Villa María, Arturo Jauretche 1555. (5900) - Villa María, Córdoba.

² Universidad Nacional de Córdoba, Avda. Ing. Agr. F. A. Marrone 746. (5000) – Córdoba.

³ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB- CONICET), Universidad Nacional de Villa María, Córdoba.

⁴ Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nac. 36 km 601. (5800) - Río Cuarto, Córdoba.

⁵ IFINA, Zona rural Las Higueras. (5805) – Las Higueras, Córdoba.

reviglio@genofeed.com.ar

En los rodeos de cría del Noreste Argentino, la época de suplementación coincide con la llegada del invierno. Por lo tanto, el principal recurso forrajero son las pasturas diferidas que presentan mala calidad, debido a la baja digestibilidad e insuficiente contenido proteico. En relación a esto, se planteó como objetivo evaluar la suplementación invernal con un aditivo llamado Biosalt500, como alternativa a la suplementación con semilla de algodón, en un sistema de recría de vaquillonas de reposición base pastoril en el Establecimiento Don José, ubicado a 7km al norte de General San Martín (Chaco, Argentina) por ruta provincial N°90. El Biosalt500 se definió, según información técnica comercial (GENOFEED S.A.), como una mezcla de nutrientes inorgánicos y orgánicos simples, probióticos y enzimas que actúan a nivel ruminal. La semilla de algodón, es un alimento concentrado energético-proteico disponible y de uso común en los sistemas ganaderos de la región, se caracterizó por contener 84% de digestibilidad y 20% de proteína bruta (base materia seca), según datos tabulados. Se utilizaron 60 vaquillas Braford de 320kg de peso vivo promedio, divididas en dos grupos. Un grupo recibió suplementación con semilla de algodón (SSA) y el otro se suplementó con Biosalt500 (B500) durante un período de evaluación de 93 días, desde el 23 de junio hasta el día 23 de septiembre. Durante el experimento, ambos grupos de animales permanecieron pastoreando un diferido de una mezcla de gramíneas megatérmicas implantadas (Grama Rhodes (*Chloris gayana*), Pasto Horqueta (*Paspalum notatum*) y Pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*)), con una carga de 3 cab/ha. Se tomaron muestras de la pastura para describir la calidad del forraje ofrecido al inicio del pastoreo. El forraje presentó un alto porcentaje de materia seca (56%), bajo contenido de proteína bruta (5%, en base seca) y altos valores de fibra detergente ácida (72%, en base seca). El B500 fue suministrado en una batea ubicada en el lote de pastoreo, que permitió el autoconsumo grupal por parte de los animales. Se registró la cantidad de B500 suministrado y el remanente en el comedero, y se estimó un consumo de 230g MF/animal/día. En SSA se suministró 1kg MF/animal/día, ofreciendo el concentrado sobre el suelo bajo la línea del alambre

perimetral. Mediante un test-T se determinó que la ganancia diaria de peso vivo para B500 y SSA en el período experimental, fue diferente considerando un nivel de significancia de 5%. ($0,226 \pm 0,162$ para B500 y $0,351 \pm 0,096$ para SSA). Los resultados expresados en producción de carne por unidad de superficie (kgPV/ha), señalan una producción de 63kgPV/ha para B500; en tanto que para SSA la producción fue de 98kgPV/ha. Se concluye que con ambas dietas se reportan aumentos de peso vivo en las hembras a lo largo del período experimental que ocupa la estación invernal; y que en las condiciones de este ensayo se encontró una diferencia de 0,125kg/día/animal de ganancia de peso vivo superior en SSA respecto a B500.

Palabras clave: alimentación invernal, recría de reposición, pastura diferida.

SUPLEMENTACIÓN CON ADITIVOS A NOVILLOS DURANTE SU ETAPA DE TERMINACIÓN EN UN SISTEMA PASTORIL

Trejo, Hernán¹; Monge, Juan¹, Rossi, Yanina³, Turiello, Paula^{4,5} y Bernáldez, Laura^{1,2}

¹ Universidad Nacional de Villa María, Arturo Jauretche 1555. (5900) - Villa María, Córdoba.

² Universidad Nacional de Córdoba, Avda. Ing. Agr. F. A. Marrone 746. (5000) – Córdoba Capital.

³ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB- CONICET), Universidad Nacional de Villa María, Córdoba.

⁴ Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nac. 36 km 601. (5800) - Río Cuarto, Córdoba.

⁵ IFINA, Zona rural Las Higueras. (5805) – Las Higueras, Córdoba.

hernantrejo1@hotmail.com

Los sistemas de ganadería bovina, en la etapa de terminación de los animales, han buscado recuperar la competitividad económica incorporando al sistema pastoril la práctica de la suplementación; y en ocasiones han pasado de producciones pastoriles con suplementación a esquemas de alimentación a corral. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto, de un aditivo comercial (Biosalt500) que aporta nutrientes, probióticos y enzimas a nivel ruminal cuando se suministra como suplemento en novillos en pastoreo de sorgo forrajero, sobre la ganancia de peso vivo de los animales, la producción de carne por unidad de superficie y los costos de producción. Se realizó una experiencia en el Establecimiento “María Adelina” ubicado en la provincia de Santiago del Estero entre el 21 de febrero al 28 de marzo del 2022, en donde se utilizaron 400 novillos Braford de 190 kg PV promedio, que comenzaban su etapa de terminación. Se definió el peso de faena entre 460 y 470 kg, compatible con un mercado exportador. Dos grupos de 200 animales pastorearon sorgo forrajero en un lote dividido en dos lotes experimentales de 35 ha durante 35 días de período de evaluación. Cada lote experimental se subdividió en dos mitades para reducir el pisoteo. Un grupo de novillos recibió suplementación con Biosalt500 (B500), en bateas grupales de autoconsumo sin restricción y ubicadas en el lote de pastoreado; el otro grupo no fue suplementado (control, C). Se pesaron los animales en grupo de 10 y conformados en el momento del ingreso a la balanza grupal. Los pesos promedios registrados al inicio (427kg (DE10,10) para B500; 400kg (DE10,82) para C) y al finalizar la experiencia (460kg (DE11,55) para B500, 425kg (DE10,83) para C) señalan que el grupo B500 obtuvo una ganancia promedio de 942 g por día; mientras que en el grupo C la ganancia de peso promedio fue de 714 g por día. El peso vivo de faena promedio por animal fue 35 kg menor para el grupo C respecto el grupo B500, , ly representa una ganancia diaria de peso vivo promedio del 24% superior para los animales suplementados con el Biosalt500. El resultado económico evaluado a través de la diferencia entre el valor de venta de los animales y el costo de alimentación durante el período experimental, muestra una diferencia entre ambos grupos del 11% a favor de la suplementación con Biosalt500. Si bien la práctica de suplementación se traduce en

mayores costos de alimentación, la respuesta productiva alcanzada permite un resultado económico mayor. Por otra parte, es posible el análisis de los resultados a un mismo peso de faena para ambos grupos de animales, lo que conllevaría a más días de pastoreo en los animales sin suplementación; esto reduciría significativamente cabalmente las diferencias presentadas, y exigiría estimar el impacto para el sistema productivo por un mayor tiempo de ocupación del lote productivo.

Palabras Claves: aditivo dietario, terminación, sorgo forrajero.

CAMBIOS EN LA MATERIA SECA Y EN EL CONTENIDO DE ERGOSTEROL DEL GRANO DE MAÍZ CONTAMINADO CON *ASPERGILLUS FLAVUS*

Bernaldez, María Laura^{1,2}; Pizzolitto, Romina²; Tessadri, Sofía²; Echeverría, Analía^{1,3}; y Luchini, Enrique²

¹ Universidad Nacional de Villa María, Arturo Jauretche 1555. (5900) - Villa María, Córdoba.

² Universidad Nacional de Córdoba, Avda. Ing. Agr. F. A. Marrone 746. (5000) – Córdoba Capital.

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuarias, Ruta Nacional N° 9, km 636. (5988) - Manfredi, Córdoba.

mlaurabernaldez@unvm.edu.ar

El grano de maíz es un alimento ampliamente usado en los sistemas de producción de leche por su aporte energético y por su alto contenido de almidón (70% aproximadamente), que permite aportar precursores para la síntesis de lactosa en la glándula mamaria. La contaminación con *Aspergillus flavus*, y sus micotoxinas es un problema recurrente durante su almacenamiento del maíz, que tiene efectos negativos sobre la salud animal e inocuidad de la leche. Menos documentado es el efecto sobre el valor nutricional del grano cuando es sustrato para el crecimiento fúngico, lo que provocará disminución del peso del grano, respecto a un grano sin *A. flavus*. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el cambio en la cantidad de materia seca (MS) y contenido de ergosterol en el grano de maíz cuando es infectado con *A. flavus* e incubados a tiempos variables. La hipótesis fue que el desarrollo de *A. flavus* provoca caídas en la materia seca del grano. Se usó grano de maíz entero con 25% de humedad y libre de microorganismos como único sustrato para el crecimiento del hongo. Se registró el peso seco de 24 muestras de maíz y se les asignó aleatoriamente 6 tratamientos en un arreglo factorial 2x3 con cuatro repeticiones; se utilizó un diseño completamente aleatorizado. El primer factor fue contaminación del grano (CG): con *A. flavus* (Af) y sin contaminación fúngica o control (C). El segundo factor fue el tiempo de incubación a 28°C (TI): 6, 12 y 18 días. Inmediatamente luego de la incubación, las muestras fueron autoclavadas (120°C, 1atm, 20 minutos) y secadas a 60°C por 7 días. Se evaluó el uso del maíz como sustrato para el desarrollo del hongo, determinando la diferencia del peso seco de las muestras previo a la CG asignación del tratamiento y luego del TI evaluado. Como indicador de biomasa fúngica se determinó el contenido de ergosterol por HPLC. Los resultados fueron analizados mediante ANAVA con una significancia del 5%. El peso de los granos fue afectado significativamente por CG y TI pero no por la interacción entre factores ($p=0,0546$); la caída del peso para C fue de 10,44% vs 18,32% para AfF. Conforme al avance de TI la caída de peso aumento: 10,74%, 14,98% y 17,43% para 6, 12 y 18 días respectivamente. La interacción entre factores no fue significativa. Durante el TI el peso de las muestras cayó en menor magnitud en C que en Af. En C la caída de MS no difiere entre TI (9,27% promedio). En Af la caída en el peso de las muestras es mayor a más TI (promedio de 12,13%; 19,54% y 24,04%, para 6, 12 y 18 días respectivamente),

con diferencia significativa entre 6 y 18 días. El contenido de ergosterol se modificó en función de TI, de CG y de la interacción TI x CG. En el C no se detectó ergosterol. En Af, el crecimiento del hongo se pudo ver a simple vista y el contenido de ergosterol aumentó significativamente cuando incrementó el TI de 6 a 12 días, pero no se detectó diferencias significativas entre 12 y 18 días (44,7(g/g; 236,4(g/g y 282(g/g para 6, 12 y 18 días, respectivamente). El trabajo permite visualizar que el crecimiento de *A. flavus* provoca disminución en el peso del grano, siendo probable que la calidad nutricional se vea afectada. Los resultados contribuyen a futuras hipótesis trabajo, debido a la relevancia que tiene la caracterización de los alimentos en la formulación las dietas en sistemas productivos intensivos y de precisión.

Palabras clave: grano de cereal, almacenamiento, hongo toxicogénico, crecimiento fúngico, cantidad de sustrato.

EFFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE VARIABLES NUTRICIONALES Y REFERENTES AL PROCESO DE CONSERVACIÓN EN ENSILADO DE MAÍZ

Nioi Mariano¹, Turiello Paula^{2,3}, Frossasco Georgina^{1,4}, Juan Monge¹

¹ Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María. Av. Arturo Jauretche 1555. Villa María, Córdoba.

² Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Ruta Nac. 36 km 601. Río Cuarto, Córdoba.

³ Instituto de Formación e Investigación en Nutrición Animal – IFINA. Río Cuarto, Córdoba.

⁴ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA EEA Rafaela. Ruta Nac. 34 km 227, Rafaela, Santa Fe.

marianonioi@hotmail.com

La técnica de ensilado de planta entera de maíz está ampliamente difundida entre los productores de Argentina, incluyéndose este ingrediente en cantidades significativas en las raciones de bovinos de carne y leche. Por ello, es fundamental conocer su composición y los cambios que ocurren en las variables de interés nutricional y del proceso de conservación producto del tiempo desde su confección hasta su consumo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento en la composición del silaje de maíz. Se utilizó un híbrido de ciclo intermedio, de alto potencial de rendimiento y grano dentado. Se confeccionaron 12 microsilos de 1500 cc, con 1 kg de materia verde cada uno de material picado, compactado y sellado herméticamente. Los cuales fueron asignados en un diseño completamente aleatorizado a 4 tratamientos, T30, T60, T90 y T120 días para 30, 60, 90 y 120 días de almacenamiento, con 3 repeticiones cada uno. En cada instancia se realizaron análisis de los productos finales de fermentación, nutrientes y digestibilidad ruminal del almidón *in situ* a las 7 h. Los datos fueron analizados con Infostat (2020), mediante análisis de la varianza y diferencias entre tratamientos por test de Tukey. Las variables nutricionales materia seca, proteína cruda, almidón, fibra detergente neutro y ácido, así como las variables fermentativas ácido acético, ácido láctico y pH no presentaron variaciones significativas con el incremento del tiempo de almacenamiento ($P > 0,05$). Por otra parte, el contenido de proteína soluble se incrementó significativamente ($P < 0,05$) desde T30 en comparación a T120 (48,23% y 54,98%, respectivamente). Además, la concentración de nitrógeno amoniacal aumentó con el avance del tiempo de almacenamiento, siendo T90 (5,84%) y T120 (6,13%) significativamente mayores a T30 (4,63%) y T60 (4,79%), probablemente debido a la desaminación que ocurre durante el proceso de fermentación bacteriana. La digestibilidad ruminal del almidón *in situ* a las 7 h se maximizó con el tiempo de almacenamiento T120 (72,95%), siendo significativamente ($P < 0,05$) mayor a T30 (68,17%), T60 (69,48%), T90

(67,26%), estos últimos 3 tiempos de almacenamiento no presentaron diferencia significativa entre sí. La mayor digestibilidad de T120 puede atribuirse a la proteólisis de la matriz proteica de la prolamina que rodea a los gránulos de almidón. En conclusión, bajo las condiciones del presente trabajo, los cambios detectados con efecto del tiempo de almacenamiento en el proceso de conservación del ensilado de maíz deberían ser considerados en la formulación de las raciones y en el análisis de su costo en los sistemas de producción animal.

Palabras clave: digestibilidad, proteólisis, silaje de maíz, tiempo almacenamiento.

DESARROLLO DE NUEVO ENVASE ACTIVO A BASE DE HARINA PROTEICA DE GIRASOL Y MICROCÁPSULAS DE ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO

Camiletti Ornella^{1,2}, Prieto Cecilia^{2,3}, Valentinuzzi^{2,4}, Cecilia, Rebeca Aleman^{1,2}, Grosso Nelson^{1,2}.

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV), Córdoba, Argentina. Av. Vélez Sarsfield 1666.

²Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA). Ing. Agr. Felix Aldo Marrone 746, Córdoba, Argentina.

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE) – UNNE, Sargento, Juan Bautista Cabral 2131, Corrientes, Argentina.

⁴Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Av. Medina Allende, Córdoba, Argentina.

ornella.camiletti@agro.unc.edu.ar

Las películas comestibles proteicas han demostrado poseer buenas propiedades estructurales, óptimas para reemplazar materiales de envasado no renovables. Las semillas de girasol, luego de ser procesadas en la industria alimentaria para extraer su aceite, se convierten en un residuo sólido rico en proteínas, que se puede utilizar como material de base para la preparación de películas comestibles. La incorporación de compuestos con bioactividad aumenta el efecto protector de los envases biodegradables. Los aceites esenciales (AE) se caracterizan por ser antimicrobianos y antioxidantes. La incorporación de éstos a las películas comestibles ayuda a inhibir el crecimiento microbiano y prevenir reacciones de oxidación. Sin embargo, se sabe que los AE son susceptibles a degradarse ante la presencia de calor, humedad, oxígeno, radiación UV y que sus cantidades pueden reducirse por volatilización. Por lo que, en este trabajo se propone incorporar microcápsulas (MC) de AE de tomillo en la formulación de películas comestibles (PC) de harina proteica de girasol y evaluar sus propiedades estructurales y mecánicas. Las MC se prepararon utilizando una relación 2:1 entre material de pared (hidroxipropil metilcelulosa y maltodextrina) y material núcleo (90% de aceite de maní y 10% de AE de tomillo). La solución filmogénica se preparó mezclando harina de girasol deslipidizada (5 g/100 mL), glicerol (35 g/100 g de harina) y agua destilada (bajo agitación constante, 75 °C y pH 9). Las MC se agregaron en dos concentraciones (3% y 8% ps/ps). Se colocaron 10 y 12 mL de cada solución en moldes de 5 cm de diámetro, y se dejaron secar a 23 °C por 24 h, hasta formar las PC. Se analizaron las propiedades estructurales de las películas (por microscopía electrónica de barrido, SEM) y las propiedades mecánicas (fuerza de tensión y porcentaje de elongación), y se compararon con películas control sin agregado de MC (PC). Los resultados se analizaron estadísticamente utilizando el software InfoStat (ANOVA y Test de Fisher). Las PC que contenían MC al 3% y 8% presentaron una superficie más homogénea y continua en comparación con las películas control. Esto se asocia a que los materiales de pared de las MC son polisacáridos altamente solubles en agua y es posible que una parte significativa de las

microcápsulas incorporadas en la película se haya disuelto, generando una reorganización de las cadenas poliméricas en la matriz de la película comestible. La adición de las MC redujo las grietas y las imperfecciones superficiales. Los valores de resistencia a la tracción y porcentaje de elongación se incrementaron significativamente ($p > 0,05$) en las PC con MC al 3% y 8%, lo cual significa que las películas se volvieron más flexibles y menos quebradizas. Esto podría asociarse a la liberación del contenido lipídico del interior de las microcápsulas a la matriz de la película. Los resultados obtenidos sugieren que la incorporación de microcápsulas de aceite esencial de tomillo en las películas proteicas de girasol mejora las propiedades estructurales de éstas y constituyen un envase activo alternativo potencial para el reemplazo de materiales sintéticos contaminantes.

Palabras clave: películas, girasol, aceite esencial, tomillo, envase.



EMPLEO DE MATRICES BIOPOLÍMERICAS ENTRECruzADAS CON AZUFRE COMO RECUBIRMIENTO DE UREA PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL FERTILIZANTE.

A. Farioli¹, M.V. Martinez¹, J. Montilla¹, C. Barbero², D. Acevedo¹, E. Yslas³

¹ Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados (IITEMA-CONICET -UNRC), Facultad de Ingeniería, Dpto. de Tecnología Química Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Cód. Postal 5800 Argentina.

² IITEMA, Facultad de Cs. Exactas Fco. Qco y Naturales. Dpto. de Química, UNRC, Cód. Postal 5800 Argentina.

³ IITEMA, Facultad de Cs. Exactas, Fco. Qco y Naturales. Dpto. de Biología Molecular, UNRC, Río Cuarto, Cód. Postal 5800 Argentina.

* E-mail: afarioli@exa.unrc.edu.ar

La urea es el fertilizante nitrogenado más utilizado en la mayoría de los cultivos extensivos, pero es muy susceptible a volatilizarse y lixiviarse y esto genera una menor eficiencia agronómica. En el presente trabajo se propone utilizar biopolímeros sintetizados empleando azufre (subproducto de industrias) y aceite vegetal para reducir las pérdidas y aumentar la eficiencia agronómica del fertilizante.

Objetivo: Mejorar la eficiencia agronómica de la urea a través de su encapsulamiento dentro de una matriz bio-polimérica de bajo costo.

Materiales y métodos: El biopolímero se sintetizó por vulcanización inversa (160-180°C), durante 25min, a partir de azufre elemental y aceite de girasol en una relación en masa del 50 % (p-SF). Además, se desarrollaron dos bio-compuestos siguiendo el mismo procedimiento de síntesis que el p-SF con incorporación de 0,24 g Urea/ g p-SF (B-p-SF024) y 0,32 g Urea/ g p-SF (B-p-SF032). El p-SF se caracterizó por calorimetría diferencial de barrido (DSC), su microestructura por imágenes SEM, y se determinó el ángulo de contacto. Además, la estructura química del p-SF y la eficiencia de incorporación de urea a B-p-SF024 y B-p-SF032 se estudió por espectroscopia infrarroja (FT-IR). Se realizó un ensayo en cámara de crecimiento para cultivos de maíz sembrados en macetas de 1 litro usando tierra proporcionada de un campo de la región de Río Cuarto, bajo condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y fotoperiodo. Se aplicaron 4 tratamientos con 10 plantas por cada uno: un testigo (sin p-SF ni urea), dos tratamientos con los bio-compuestos: B-p-SF024 y B-p-SF032 y uno que contenía únicamente el p-SF. Los cultivos fueron cosechados durante la fase vegetativa, a los 68 días de ser sembrados, y en esa instancia se evaluaron distintos parámetros para evidenciar el impacto de cada uno de los tratamientos sobre el

crecimiento de los cultivos de maíz. Para analizar la efectividad de los tratamientos se determinó el promedio de: la

longitud desde el tallo a la punta de la hoja, largo, ancho de las hojas, área foliar, índice de área foliar, longitud de la parte radical; el número de hojas y la altura total. Los datos de materia seca de la parte aérea (PA) y de la parte radical (PR) se analizaron mediante test estadístico Anova, Tukey.

Resultados y discusión: Por vulcanización inversa se obtuvo el p-SF de color marrón similar a una esponja y los B-p-SF024 y B-p-SF032 con urea encapsulada no observándose urea libre en el reactor luego de la síntesis indicando que toda la urea quedó retenida en la estructura del bio-compuesto, lo que corroboró mediante FT-IR. Los espectros FT-IR mostraron que los dobles enlaces del aceite de girasol reaccionan para formar el polímero. El DSC evidencia un 33 % de azufre libre en la estructura del p-SF y las imágenes SEM revelan una estructura porosa heterogénea. Mediante las medias de ángulo de contacto se demostró el carácter hidrofóbico del p-SF, y la capacidad para incorporar agua en su estructura. El impacto de p-SF, B-p-SF024 y B-p-SF032 sobre el crecimiento de los cultivos de maíz empleando un modelo comparativo donde se compararon los valores obtenidos en cada tratamiento y entre los diferentes tratamientos manifestó que la urea encapsulada en B-p-SF032 produce mejoras significativas en relación con los tratamientos testigo y con p-SF.

Conclusión: Los biopolímeros entrecruzados con azufre (p-SF) sintetizados por vulcanización inversa son una alternativa factible para mejorar la eficiencia agronómica de la urea ya que los bio-compuestos B-p-SF024 y B-p-SF032 aplicados como fertilizante mostraron un impacto positivo sobre el crecimiento del cultivo en la etapa vegetativa, respecto al tratamiento testigo. Además, los resultados revelan que la urea encapsulada se libera para ser aprovechada por el cultivo. Por otra parte, la matriz biopolimérica propuesta es amigable con el medio ambiente, y puede ser producida a partir de materias primas de bajo costo.

Palabras clave: Eficiencia agronómica de urea Biopolímeros, Vulcanización inversa, Nutrientes.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL ENSILAJE DE KENAF (*hibiscus cannabinus* L. CV. endora) Y CROTALARIA (*crotalaria juncea* L.) COMO ALTERNATIVAS FORRAJERAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CAPRINA

Misiunas, S.^{1,3}, Steinberg, M.¹, Cazón, S.^{1,2}, Jovtis, M. L.¹, Marchisio, A.¹, Caseres, L.⁴, Minuzzi, P.¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

²Ceprocor. Santa María de Punilla, Córdoba.

³Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María

⁴Actividad Privada.

misiunas@agro.unc.edu.ar

En zonas semiáridas y áridas de nuestro país, los sistemas de producción caprina son de subsistencia y carecen de tecnología e instalaciones adecuadas. El déficit forrajero invernal es un desafío importante en estos sistemas, donde la suplementación es limitada. Para abordar este problema, se propone el uso de forrajes no convencionales como el Kenaf y la Crotalaria en forma de ensilaje. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del ensilaje de Kenaf y Crotalaria como una alternativa para mitigar el déficit forrajero en estos sistemas productivos. El estudio se realizó en el área experimental del Campo Escuela de la FCA-UNC, ubicado en Camino a Capilla de los Remedios Km 15,5; 31° 28 49,4J2" S y 64°00 36,04" O. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones con dos especies: Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L. cv. Endora) y Crotalaria (*Crotalaria juncea* L.). La siembra se realizó en noviembre de 2020 con una densidad de 16 semillas/m lineal y surcos distanciados a 35 cm. A los 120 días se realizó el corte y picado del material sin pre-oreo y en etapa de avanzada floración. Se confeccionaron microsilos con una densidad promedio de 595 kg/m³ para Crotalaria y 660 kg/m³ para Kenaf. Un año después se evaluó la calidad, se analizó materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), cenizas y digestibilidad de MS (DMS). Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Forrajes (LECaF) de la FCA-UNC. Se realizó un ANAVA bajo un modelo lineal simple y se aplicó la prueba LSD Fisher (p<0.05) para comparar las medias. No se observó diferencia en los valores de PB y cenizas entre ambos cultivos, pero sí hubo diferencia en FDN, FDA, pH y DMS, siendo mayor el aporte de fibra en el silo de Crotalaria. Los resultados obtenidos para el cultivo de Crotalaria fueron; 25.44 % MS, 8.21 % PB, 68.22 % FDN, 55.65 % FDA, 7.82 % Cenizas, 45.55 % DMS y un pH de 5.20. Para Kenaf; 18.92 % MS, 7.28 % PB, 50.48 % FDN, 39.97% FDA, 7.62% Cenizas, 57.76 % DMS y un pH de 4.81. En este estudio, se observa que la calidad del forraje conservado no alcanza niveles óptimos en términos de pH, PB y DMS. Los valores de pH indican que los ensilajes no se conservaron y estabilizaron adecuadamente. Este resultado puede atribuirse, en parte, al bajo porcentaje de MS debido a la falta de pre-oreo, así como al estado fenológico en el momento del corte y picado del material.

Palabras clave: Kenaf, Crotalaria, Microsilo, Calidad.

ALLERES DE CAPACITACIÓN EN PRODUCCIÓN Y SALUD ANIMAL CON PRODUCTORES DE OBISPO TREJO EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA

Misiunas, S.^{1,2*}, Navarro, S.¹, Arrigoni, A.³, Gudiño, L. M.⁴, Akasha, E.¹, Boetto, M.², Hidalgo, M.¹, Simonovich, P.¹, Videla, M.¹, Vesprini, M.¹, Peralta, M.¹

¹ UNVM. Obispo Ferreyra 413. (5963) Villa del Rosario. Córdoba.

² UNC. Ing. Agr. Felix Marrone 746. Ciudad Universitaria. (5000). Córdoba.

³ Secretaría de Agricultura Familiar.

⁴ Municipalidad de Obispo Trejo. General Paz 752. (5225). Obispo Trejo. Córdoba.

misiunas@agro.unc.edu.ar

Agroecológicamente, Obispo Trejo se ubica en la región semiárida de Córdoba, de alta variabilidad climática y suelos salinos sódicos proclives a inundaciones. La producción familiar, se desarrolla en pequeñas superficies, haciendo del manejo de los recursos naturales y medioambientales una cuestión fundamental para su persistencia. La sanidad animal es de importancia para el desarrollo de las actividades productivas y, tomando el concepto de una sola salud, se hace necesario reconocer y tener presentes las enfermedades zoonóticas en los planteos productivos. El objetivo del trabajo fue realizar talleres de capacitación con productores familiares de la zona rural aledaña a la localidad de Obispo Trejo, mediante los cuales se puedan identificar los problemas que afectan la producción y sanidad animal y diseñar medidas adecuadas para su resolución. El trabajo se realizó en el Departamento Río Primero, con productores familiares situados en un radio de 35 kilómetros alrededor de Obispo Trejo. Los destinatarios fueron productores familiares de la zona, dedicados principalmente a la actividad caprina y ovina, quienes se encuentran organizados en torno al trabajo de los técnicos de la Subsecretaría de Agricultura Familiar, la municipalidad de Obispo Trejo y la UNC; y fueron visitados en el marco del proyecto de Investigación de la UNVM: “Sistema de vigilancia epidemiológica de *Brucella* sp en rodeos caprinos de la provincia de Córdoba”. Se utilizaron radio y videos en línea para la difusión de técnicas productivas como hidroponía, visitas a los productores sobre terreno y revisión de animales para visualizar la problemática en cuestión y definir la temática de los talleres de capacitación. Al desarrollarse parte del proyecto en el contexto de pandemia, se incorporó la virtualidad para reuniones de extensionistas y consultas de productores. La cantidad total de productores que se vincularon al proyecto fueron 32, realizándose entre una y dos visitas. En el periodo de pandemia se mantuvo el contacto con los productores mediante el trabajo de los técnicos de terreno y se implementaron las consultas virtuales. A través de estos mecanismos, se pudieron identificar problemáticas relacionadas a la reproducción, nutrición y sanidad de los rodeos. Las consultas recurrentes fueron; problemas de parto, debilidad de animales, elección de medicamentos. Se realizaron cuatro talleres con productores, abarcando temáticas variadas que incluyeron parasitosis, brucelosis y terapias antiparasitarias. En los intercambios, tanto productores como estudiantes y profesionales, pusieron en evidencia sus conocimientos y experiencias. Se sugirieron cambios o incorporación de herramientas de manejo, teniendo en cuenta las particularidades de cada productor. Los estudiantes participantes del proyecto tuvieron un acercamiento a una realidad productiva



poco conocida. La realización de talleres de diagnóstico y capacitación, así como la visita a las familias constituye una dinámica que promueve la construcción y apropiación de conocimientos, tanto en los productores como en los docentes y estudiantes involucrados. Se concluye que a pesar de que la mayor parte del proyecto se desarrolló en pandemia tuvo un impacto mayor a lo esperado; involucro más de 30 productores, permitió vincular las Universidades a la región, generando la necesidad de continuar y fortalecer los vínculos logrados.

Palabras clave: Talleres de capacitación, producción familiar, extensión.

CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE UNA BACTERIA CAUSANTE DE PIE NEGRO Y PODREDUMBRE BLANDA EN PAPA AISLADA DEL CINTURÓN VERDE DE CÓRDOBA CAPITAL

Felipe Verónica^{1,2,3*}; Palma Leopoldo^{1,2,4}; Somale Paola; Álvarez Tamara; Satler Alfredo;
Romero Ana María⁵

¹Intituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María, Córdoba. ²Intituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB, CONICET-UNVM), Córdoba; ³Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Vegetal. Cátedra de Fitopatología; ⁴Universitat de València. Departamento de Genética. Instituto de Biotecnología y Biomedicina, España. *E-mail: vfelipe@unvm.edu.ar.

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los principales cultivos del mundo, siendo Córdoba la segunda provincia productora de Argentina. Entre las enfermedades más importantes y ampliamente distribuidas se encuentran el pie negro y la podredumbre blanda ocasionadas, principalmente, por bacterias pectinolíticas de los géneros *Pectobacterium* y *Dickeya*. Diferentes especies de estos géneros ocasionan síntomas similares en papa, complicando el estudio de la epidemiología de estas enfermedades. El objetivo de este trabajo fue caracterizar bioquímica y patogénicamente el aislamiento bacteriano 1AIA, obtenido de plantas de papa con síntomas de pie negro y podredumbre blanda en un campo del cinturón verde de la ciudad de Córdoba Capital. Previamente se determinó que 1AIA es una bacteria Gram negativa, anaerobia facultativa, con características compatibles con *Pectobacterium* sp. En este trabajo se determinaron las características bioquímicas del aislado mediante el sistema miniaturizado API 20E para enterobacterias (bioMérieux®, Marcy-L'Étoile, Francia). La patogenicidad del aislado se confirmó posteriormente en plantas de papa (cv. Spunta), con 3-4 hojas bien desarrolladas, inoculadas con jeringa estéril con una suspensión bacteriana ajustada a OD₆₀₀=0.1 sobre la base del tallo y mantenidas bajo condiciones naturales en invernadero. El perfil bioquímico del aislamiento fue positivo para las reacciones: β-galactosidasa, utilización de citrato, producción de indol y de gelatinasa, fermentación de glucosa, de manitol, de ramnosa, de sacarosa, de melibiosa, de amigdalina y de arabinosa y reducción de nitratos en nitrógeno. Fue negativo para la reacción de oxidasa, arginina dihidrolasa, lisina descarboxilasa, ornitina descarboxilasa, producción de H₂S, de ureasa, triptofano deaminasa, de acetoína, fermentación de inositol, de sorbitol y reducción de nitratos en nitritos. No se encontró en bibliografía ninguna especie fitopatógena que coincida con las características observadas en el aislado 1AIA. Los resultados de la prueba de patogenicidad confirmaron que el aislamiento 1AIA es capaz de producir, 2 días post inoculación, podredumbre negra en tallos y blanda en tubérculos respecto a las plantas control inoculadas con agua. Actualmente, se avanza en los estudios moleculares necesarios para realizar la



clasificación taxonómica de la especie de este aislamiento. La identificación del patógeno permitirá realizar un manejo sanitario adecuado del cultivo, reduciendo así las pérdidas del rendimiento.

Palabras clave: *Solanum tuberosum* L., enterobacteria, bacteria fitopatógica, pruebas bioquímicas, patogenicidad.



D. Realidad ambiental y energética

- D.1. LA ECONOMÍA CIRCULAR, EN LA AGENDA DE LOS PARQUES INDUSTRIALES. CASO DE ESTUDIO: PARQUE INDUSTRIAL, LOGÍSTICO Y TECNOLÓGICO DE VILLA MARÍA (PILT).
- D.2. CUADERNILLOS DE APRENDIZAJES AMBIENTALES: CO-CONSTRUCCIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO EN MATERIA AMBIENTAL.
- D.3. VALORIZACIÓN DE ESPECIES NATIVAS DE LOS ACTORES SOCIALES CLAVES EN EL TERRITORIO URBANO-RURAL DE LA PLAYOSA, CÓRDOBA.
- D.4. ESTUDIO DE LA MICROBIOTA NATIVA PRESENTE EN AGUAS RESIDUALES AGRÍCOLAS CONTAMINADAS CON 2,4-D.
- D.5. TRABAJO INTERINSTITUCIONAL PARA LA CONSOLIDACIÓN LOCA.
- D.6. ESTUDIO DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE VILLA MARÍA.
- D.7. DINÁMICAS EN LAS PERSPECTIVAS DEL ABORDAJE DEL PERIURBANO DE LABOULAYE, CÓRDOBA.
- D.8. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA PARA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DEL BIOETANOL A BASE DE MAÍZ.
- D.9. PERCEPCIÓN SOCIO AMBIENTAL EN VILLA NUEVA.
- D.10. INCENDIOS Y CAMBIO CLIMÁTICO: ANÁLISIS TERRITORIAL EN LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RÍO CTALAMOCHITA.
- D.11. EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD DE INCENDIOS EN LOS EVENTOS DE INTERFASE DE 2009 Y 2020 EN ACHIRAS, CÓRDOBA, ARGENTINA.
- D.12. EVALUCIÓN DE SUSTRATOS COMPLEJOS PARA LA PRODUCCION DE BIOGÁS.
- D.13. REVALORIZACION DE DIGESTATOS DE PROCESOS ANAEROBIOS MEDIANTE CARBONIZACION.
- D.14. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO, URBANO, INDIVIDUAL DE USO PÚBLICO.



- D.15. EXPERIENCIAS EN EL ÁRIDO DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS DE COMUNIDADES CAMPESINAS DEL NOROESTE CORDOBÉS.
- D.16. EVALUACIÓN DE LAS FRACCIONES DE DIGESTATOS DE PROCESOS ANAEROBIOS PARA SU APLICACIÓN EN PRÁCTICAS AGRONÓMICAS, DE LA REGIÓN CENTRO Y CUYO.
- D.17. ARSÉNICO Y METALES EN AGUA SUPERFICIAL Y SEDIMENTOS DE LA CUENCA MEDIA-BAJA DEL RÍO CTALAMOCHITA, CÓRDOBA.
- D.18. ECOSISTEMAS RESIDUALES Y NEOECOSISTEMAS EN EL PERIURBANO DE VILLA MARÍA.
- D.19. ESTUDIO PRELIMINAR DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN REACTORES SECUENCIALES BATCH ANAEROBIO Y AEROBIO.
- D.20. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA PARA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DEL BIOETANOL A BASE DE MAÍZ.
- D.21. BIOAUMENTO CON *Paenarthrobacter ureafaciens* AAC22 PARA LA ATENUACIÓN DE ATRAZINA Y CAMBIOS EN LA COMUNIDAD BACTERIANA EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DE CÓRDOBA, ARGENTINA.



LA ECONOMÍA CIRCULAR, EN LA AGENDA DE LOS PARQUES INDUSTRIALES. CASO DE ESTUDIO: PARQUE INDUSTRIAL, LOGÍSTICO Y TECNOLÓGICO DE VILLA MARÍA (PILT).

Torres, Germán¹, Cabrera, Andrea Romina², Rangone, Aldo Fernando³ y Forquera, Emilio Carlos⁴

¹ Universidad Nacional de Villa María (5900): tgerman@hotmail.com

² Ministerio de Ciencia y Tecnología de la provincia de Córdoba (5003) - Universidad Nacional de Villa María (5900): acabrera@unvm.edu.ar

³ Universidad Nacional de Villa María (5900): lalorangone@gmail.com

⁴ INESCER (5900): forquera.emilio@gmail.com

Propósito de la Investigación: obtener una base de datos sistematizada del estado de situación de la gestión de residuos de las empresas radicadas en el Parque Industrial, Logístico y Tecnológico (PILT) de Villa María, orientada a la toma de decisiones por parte de la gerencia y directorio del PILT como así también de los funcionarios y técnicos del municipio de Villa María respecto a las fases de separación en origen, recolección y disposición final, considerando la perspectiva de la Economía Circular.

Hipótesis: La gerencia del PILT así como las empresas radicadas en el mismo, no poseen registros de tipo y cantidad de residuos que generan mensualmente y carecen de un plan de circularidad de sus residuos, ya que las normativas existentes no obligan ni promueven al tratamiento de residuos por parte de las mismas.

Impacto en la comunidad: Posibilitar un manejo adecuado de estos desechos industriales, impidiendo que sean enviados a los rellenos sanitarios y acrecienten la contaminación ambiental, incentivando su recuperación, reutilización o reciclaje. Asimismo, se verían liberados ciertos recursos municipales, como camiones u operarios, que hoy deben prestar servicios en el PILT con mayor intensidad al carecer de un plan de manejo integrado de sus residuos diarios.

Posibles transferencias: se espera como resultado de la investigación obtener una base de datos sobre la generación de residuos (cantidad y tipo) en el PILT y posibles acciones y estrategias de implementación desde una perspectiva de la Economía Circular, para la gerencia y directorio del PILT como así también para los funcionarios y técnicos del municipio de Villa María

La economía circular es un concepto económico que añade la noción de sostenibilidad, cuyo objetivo principal es que los materiales, recursos y productos permanezcan en la economía durante el mayor tiempo posible, reduciendo de esta forma la generación de residuos. El cambio de hábitos, paradigmas y en general, de la cultura, que evolucione desde una economía lineal a un modelo económico circular (reducir, reutilizar y reciclar), es el desafío que enfrentamos en el presente siglo.

Para llevar adelante un proceso de reconversión sería entonces necesario poner atención en las partes interesadas: Estas son las personas o entidades involucradas que tienen capacidad de influir en el proyecto de reconversión, y su identificación puede llegar a determinar el éxito de un proceso de transformación. En vista a ello, resulta significativo conocer a estos actores influyentes, evaluar sus roles así como las acciones que podrían llegar a desarrollar en el ámbito del proyecto. Gobierno local, Gerencia del PILT y empresas



radicadas, serían algunos de los más relevantes para éste caso abordado. De la información relevada en las encuestas se puede inferir que el mercado de materiales reciclados creció de manera considerable en los últimos años aunque continúa en un elevado nivel de informalidad. Por otra parte, es importante destacar que se está construyendo un Centro de Gestión Ambiental para las localidades de Villa María y Villa Nueva la cual, ordenará la deposición final de los residuos para ambas ciudades. La voluntad política local es el motor principal para lograr una adecuada gestión de los residuos. Existe un porcentaje elevado de empresas interesadas en mejorar su desempeño ambiental, permitiendo potenciar iniciativas de políticas públicas en Economía Circular y su vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la ciudad de Villa María y cuyo desafío central será en el acompañamiento de cómo implementar las mismas.

Palabras clave Economía circular, Parques Industriales, Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Políticas Públicas.



CUADERNILLOS DE APRENDIZAJES AMBIENTALES: CO-CONSTRUCCIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO EN MATERIA AMBIENTAL.

Rangone Aldo Fernando¹, Manavella Agustina María² y Martinenco Rebeca Mariel³.

¹ IAPCByA, UNVM. Arturo Jauretche 1555, Villa María (Córdoba, Argentina). lalorangone@gmail.com

² CCONFINES e IAPCH, UNVM. Arturo Jauretche 1555, Villa María (Córdoba, Argentina). agustinamanavella@unvm.edu.ar

³ CIT VM e IAPCH, UNVM. Arturo Jauretche 1555, Villa María (Córdoba, Argentina). rmartinenco@unvm.edu.ar

En la actualidad, frente a los problemas socioambientales emergentes, la Educación Ambiental se constituye en una estrategia para promover una cultura ambiental y sostenible, mediante la participación y la construcción de conocimientos en comunidad (Barba, 2019; Campoverde-Robledo y Soplapuco-Montalvo, 2022). El objetivo de la ponencia es socializar la experiencia de la creación de cuadernillos sobre aprendizajes ambientales, referir a las temáticas incluidas en cada uno de ellos y el modo en que éstas se vinculan con las preocupaciones actuales acerca de la cuestión.

La co-construcción de material didáctico en materia ambiental se viene llevando a cabo desde el Grupo de Estudios sobre Comunidades, Prácticas y Educación Social, a partir del cual se abordan los aprendizajes ambientales desde una perspectiva interdisciplinaria e interinstitucional.

Los materiales didácticos se construyeron socialmente desde el enfoque de ecologías de aprendizaje. En este sentido, a partir de la construcción de los cuadernillos, se pretende recuperar experiencias y aprendizajes ambientales de manera situada, considerando las particularidades del contexto social, cultural, territorial e histórico local como componentes constitutivos de los aprendizajes construidos socialmente en materia ambiental. Mediante esta propuesta se garantiza la democratización del contenido, el intercambio de conocimientos y la difusión de recursos educativos relacionados con el ambiente.

Los Cuadernillos sobre Aprendizajes Ambientales son el resultado de los primeros acuerdos que se construyeron desde el equipo de trabajo para promover una Educación Ambiental conforme a las propuestas planteadas. En el primer Cuadernillo (Martinenco et al., 2021) se incluyeron tres ejes principales: la Educación Ambiental, la importancia de contar con viveros y los elementos que se usan en ellos y una tercera sección dedicada a las plantas nativas, en este caso, el espinillo y la cina cina. Por su parte, el segundo Cuadernillo (Garello et al., 2022) abordó la temática de los viveros como espacios de educación, el rol de las mujeres en la botánica, una experiencia sobre discapacidad y ambiente y el abordaje de otra especie nativa: el algarrobo blanco. Por último, el tercer Cuadernillo de la colección (2023, en prensa) incorporó las experiencias realizadas desde el proyecto de extensión *Habilidades socioemocionales y compromiso. Procesos de aprendizaje ambiental en diversos contextos* (Instituto de Extensión, Universidad Nacional de Villa María, 2022). En este sentido, el equipo viene trabajando desde el año 2021 en la creación de repositorios de experiencias relacionadas con los aprendizajes ambientales.



Universidad
Nacional
Villa María



A modo de reflexión, y en consonancia con lo propuesto en la Ley n° 27621 (2021), se reconoce la importancia de generar instancias de aprendizaje y de continuar promoviendo la construcción y socialización de materiales didácticos en materia ambiental, destinadas a participantes de instituciones educativas de diferentes niveles y modalidades, como así también en ámbitos informales y de educación no formal. De manera tal de involucrar a los diversos actores, contextos y comunidades en la comprensión de la naturaleza de los problemas ambientales, en el reconocimiento de la dimensión histórica y contextual de la cuestión ambiental y en la concientización para resolver los conflictos ambientales locales.

Palabras clave: aprendizajes ambientales, material didáctico, educación.



ALORIZACIÓN DE ESPECIES NATIVAS DE LOS ACTORES SOCIALES CLAVES EN EL TERRITORIO URBANO-RURAL DE LA PLAYOSA, CÓRDOBA

Barrera Antonella¹, Rodríguez María Jimena^{1,4}, Ingaramo Rosa Natalia ¹, Becker Analía Rosa^{1,2,3}, Chiappero Ailén¹

1Instituto A. P. de Ciencias Básicas y Aplicadas, UNVM, Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba, Argentina, antovbarrera@gmail.com

2Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica, CONICET-UNVM, Villa María, Córdoba, Argentina;

3Departamento de Geología, FCEFQyN, UNRC, Ruta Nacional 36 km 601, Río Cuarto, Córdoba, Argentina;

4 Centro de Investigaciones y Transferencia Villa María, CONICET, UNVM. Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba, Argentina.

En la provincia de Córdoba existen situaciones irreversibles derivadas del manejo inadecuado del territorio y muchos sectores están en franco deterioro, consecuencia directa del escaso conocimiento que hay sobre la dinámica y evolución de los procesos naturales y/o antrópicos en cada región. Los árboles forman parte de la infraestructura urbana y conforman un sistema abierto entre el clima, el suelo y las decisiones de la sociedad sobre su introducción, cuidado, manejo y diseño; confieren identidad, estructura y significado a la ciudad. Su presencia, objetos más visibles del paisaje, tiene una historia, un origen y características que los hacen singulares y únicos de una región geográfica específica. El objetivo principal es analizar la valorización de las especies nativas de los actores sociales claves en el territorio urbano-rural de La Playosa. El área presenta un clima templado subhúmedo (PMA 797,96mm, TMA 16,8°C) con vientos predominantes del sector NNE-NE. La escasa vegetación natural corresponde a la provincia biogeográfica Pampeana, distrito Espinal. Geomorfológicamente, es un paisaje suavemente ondulado constituido por Loess, donde se desarrollan Haplustoles énticos y típicos. Las actividades socioeconómicas urbanas más relevantes son el comercio y las instituciones educativas, mientras que, en el ámbito rural colindante, predomina la producción agrícola-ganadera asociada a la producción lechera, con cultivos de soja, maíz, sorgo y trigo. Metodológicamente, se realizaron encuestas y entrevistas semiestructuradas a actores sociales con posterior análisis de las percepciones socioambientales, centralizado en la valoración del arbolado para establecer lineamientos de resolución de problemáticas geoambientales. Los resultados evidencian que los habitantes del ámbito urbano-rural, reconocen la existencia de parches de vegetación nativa en proximidades a su vivienda. En este sentido, dentro de los pobladores urbanos se evidencia una leve incertidumbre a la presencia de parches (15%), aunque existe un cierto reconocimiento, el cual es mayor en aquellos que trabajan en el pueblo (44,1%), respecto de los que trabajan en el campo (33,3%). Mientras que los que viven y se desempeñan en el ámbito rural, afirman de manera similar (37,5%), aunque a diferencia de los pobladores urbanos, ninguno manifestó incertidumbre. Además, en relación a la identificación de



especies nativas, predomina el Algarrobo, seguido del Tala y el Espinillo. Respecto de su valorización, se destaca que la mitad de los pobladores urbanos considera tener en su vereda alguna especie nativa y todos ratifican su importancia en los diferentes espacios verdes de La Playosa. En coincidencia, es importante ressignificar que las especies nativas son parte del folklore local, se adaptan mejor a las adversidades edafoclimáticas, dan refugio y alimento a la fauna silvestre y sus raíces profundas no destruyen veredas ni cañerías. En consecuencia, el análisis de las percepciones de los actores sociales claves del territorio urbano-rural de La Playosa permite comenzar a planificar lineamientos y generar una actualización de la ordenanza de arbolado urbano que incorpore especies nativas tanto para veredas, bulevares, plazas, y demás espacios verdes en relación a la geopedología local con la integración de los parches de vegetación nativa que potencian al desarrollo de un corredor biogeográfico y futura reserva natural urbana.

Palabras clave: Espinal, percepciones socioambientales, arbolado urbano, geopedología, planificación.



ESTUDIO DE LA MICROBIOTA NATIVA PRESENTE EN AGUAS RESIDUALES AGRÍCOLAS CONTAMINADAS CON 2,4-D.

Magnoli Karen¹, Asurmendi Paula², Ruiz Francesca², Magnoli Carina¹ y Barberis Carla¹.

¹ IMICO-CONICET. Departamento de Microbiología e Inmunología. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químico y Naturales. Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nacional 36 Km 601, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

² INBIAS- CONICET. Departamento de Microbiología e Inmunología. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químico y Naturales. Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nacional 36 Km 601, Río Cuarto, Córdoba, Argentina. cbarberis@exa.unrc.edu.ar

El aumento de la productividad, debido al incremento poblacional y de las exportaciones, trajo como consecuencia la necesidad de aumentar los rendimientos de los cultivos por parte del sector agroindustrial. La contaminación de los recursos hídricos a partir de la agricultura es una de las principales problemáticas a nivel mundial y ocurre cuando los plaguicidas son aplicados de manera repetitiva e inadecuada. Este escenario ha proporcionado la necesidad de reducir el uso del agua y el impacto negativo que causa la aplicación de plaguicidas y fertilizantes en la actividad agrícola. Con la finalidad de conocer como está compuesta la diversidad de la microbiota nativa de aguas residuales agrícolas y cuál puede ser su rol en la remoción del 2,4-D se prepararon aguas residuales agrícolas acondicionadas con 1, 2,5 y 5 mM de 2,4-D. Las mismas fueron incubadas a 25 °C durante 21 días. Se tomaron alícuotas de cada tratamiento a los 7, 14 y 21 días. Se determinó la diversidad de bacterias, hongos filamentosos y levaduras presentes en aguas residuales con herbicida y los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonia por mililitro de muestra (UFC/mL) Se seleccionaron colonias representativas de cada género fúngico para su posterior identificación en base a caracteres morfológicos. Por otra parte, se sembró en superficie sobre medio de cultivo agar nutritivo para determinar la diversidad de bacterias mesófilas totales en las aguas residuales. El recuento fúngico total de las aguas residuales naturales sin la presencia del herbicida fue de 3,65 log₁₀ UFC/mL, donde el único género que se aisló fue *Penicillium* spp. A medida que los días de incubación y la concentración de 2,4-D aumentaron, el desarrollo de colonias fúngicas se vio totalmente inhibido. Esto puede deberse al progresivo contacto de la microbiota con el herbicida. Solamente en presencia de 1 mM a los 7 días de incubación y con 2,5 mM a los 14 y 21 días de incubación se aislaron colonias pertenecientes a los géneros *Penicillium* spp. y *Aspergillus* spp., y al grupo morfológico de levaduras. Por otro lado, cuando se estudió el recuento de bacterias mesófilas totales, se observó que en general los recuentos fueron más altos que los encontrados para hongos y levaduras. Sin el agregado del herbicida y en los controles, el recuento de bacterias totales fue de 3,93 log₁₀ UFC/mL y a medida que los días de incubación aumentaron, el recuento de mesófilos disminuyó con respecto al control pero siempre manteniendo recuentos entre 3,33 y 3,72 log₁₀ UFC/mL. A los 14 y 21 días de incubación, a medida que la concentración de 2,4-D aumentó, el recuento de bacterias también lo hizo. Con 5 mM de 2,4-D se registraron los mayores recuentos con valores de 3,66 y 3,72 log₁₀ UFC/mL a los 14 y 21 días, respectivamente. Esto indicaría que los grupos bacterianos aislados de aguas residuales naturales (*Bacillus* spp.) fueron capaces de desarrollar y tolerar diferentes concentraciones de 2,4-D y plantearían una potencial estrategia para la remoción del mismo en las aguas residuales.

Palabras clave: Aguas residuales agrícolas, Microbiota, 2,4-D.



TRABAJO INTERINSTITUCIONAL PARA LA CONSOLIDACIÓN LOCAL

Mizdraje Dafne¹, Pascuali Mariano², Guzman L. Ana³, Andreoni Lucas⁴

1 CIT CONICET- UNVM Villa María Jauretche 1555, Villa María dafne.a.mizdraje@gmail.com

2 CCONFINES CONICET UNVM Jauretche 1555, Villa María marianopascuali@gmail.com

3 CEOAT-IAPCBA UNVM Av. Jauretche 1555, Villa María lguzman@unvm.edu.ar

4 Dirección de Producción Agrícola, Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia de Córdoba ljandreoni@gmail.com

El Programa piloto “Integración con la Comunidad” fue una experiencia generada, en el período 2020-2021, por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba, en articulación con la Universidad Nacional de Villa María, e implementada por cinco gobiernos locales.

La propuesta aspiró a inaugurar una modalidad de trabajo y cooperación inter e intrainstitucional, asumiendo un enfoque interdisciplinario orientado a la instrumentación de técnicas y procedimientos implicados en la construcción del territorio y los correspondientes indicadores. Los resultados posibilitaron un marco de referencia para el análisis comparativo de las dimensiones que integran el concepto de sustentabilidad, aportando bases conceptuales y metodológicas para el ordenamiento y gestión del territorio periurbano.

Los procesos que tienen lugar en los territorios responden a diferentes escalas y dimensiones de construcción así como también a las intervenciones de actores de escalas locales, provinciales, nacionales y globales; tanto en referencia a los aspectos productivos y políticos, como culturales y ambientales. Por esta razón lo cual, los cambios no podrán ser entendidos si no se comprenden estas interacciones y se procesan los componentes del sistema complejo del territorio. Estas nuevas dinámicas de transformación proponen un cambio en la mirada que permitan evidenciar las potencialidades del área de influencia de la ciudad.

En función de lo expresado, los procedimientos empleados demandan un enfoque multimétodo que permita enriquecer las visiones de los fenómenos territoriales y su indagación para una mejor comprensión de los factores que inciden en el accionar del territorio. Alguno de dichos procedimientos consiste en la construcción de un sistema de valoración y compensación por los servicios ecosistémicos.

Finalmente, se buscó obtener material de soporte que permita a los actores locales la transferencia en prácticas y la promoción de una base científica sólida hacia la construcción



de políticas públicas que reduzcan los impactos ambientales y promuevan los servicios ambientales.

Dentro de los resultados obtenidos, se evidenció la necesidad de propiciar adaptaciones al aparato estatal municipal, potenciar el entramado normativo respecto de las particularidades socioprodutivas locales, e inaugurar espacios de trabajos intra e interinstitucionales junto a organismos de dependencia municipal y provincial; a la vez que buscó establecer lineamientos para un abordaje integral de dichos procesos, que habiliten el desarrollo de un análisis complejo y sistémico del territorio, expandiendo los marcos de la gobernabilidad.

Palabras clave: GOBERNANZA, DESARROLLO, SUSTENTABILIDAD



ESTUDIO DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE VILLA MARÍA

De Angelo Cristian¹, Pierantonelli Mario², Rossi Rosana², Barufaldi Gastón², Gudemos Emilio², Silva Luis³, Bucciarelli Agustin³, Medina Juan³, Quintilla Tomas², Formia José², Benavidez Mariano², Trucco Gonzalo², Sassia Gerardo⁴

¹ Grupo de Electrónica Avanzada, Universidad Nacional de Río Cuarto, cdeangelo@ing.unrc.edu.ar

² Licenciatura en Ambiente y Energías Renovables, UNVM, mpierantonelli@unvm.edu.ar

³ Universidad Nacional de Rafaela, UNRaf, luissilva@unraf.edu.ar

⁴ IPEM N° 49, gertsassia@gmail.com

El proyecto propone el análisis de variables energéticas en el Campus de la UNVM e implementar medidas de eficiencia y a partir de la construcción de indicadores de desempeño energético, evaluar el impacto de su implementación.

El proyecto se integra al “Proyecto Federal de Eficiencia Energética Universitario” compuesto por 27 universidades de 14 provincias, dirigido por la UNRaf.

Este trabajo se retrasó en su ejecución, principalmente porque los consumos energéticos durante la cuarentena no eran representativos de la actividad académica normal.

Se dirigió la primera etapa de mediciones al vector electricidad, restringido al edificio Institutos II ya que el mismo cuenta con climatización completamente eléctrica y para estar en línea con el proyecto federal que mide variables eléctricas únicamente.

Se opta por usar medidores existentes en los tableros del edificio, de marca Schneider Powerlogic PM 5110 que poseen una interfaz de salida RS485 con protocolo Modbus, que requieren adaptaciones de hardware y software para la adquisición de datos y su presentación remota en una PC dedicada a este trabajo y con conexión a internet que permita el intercambio de información con el resto de las universidades. Este medidor fue contrastado con un analizador de redes patrón HT GSC60.

Se efectuaron pruebas con convertidores RS485 a USB y a Ethernet, de bajo precio acorde al presupuesto, las que resultaron infructuosas por la calidad de los convertidores.

En noviembre de 2022 la UNRaf suministra un equipo marca Telemetric Cloud Meter que mide todos los parámetros eléctricos en tiempo real con totalizadores y gráficos, con almacenamiento en la nube incluido pero los transformadores de corriente aceptan cables hasta 10mm de diámetro, con lo que solo se pueden medir algunos circuitos parciales.

Paralelamente se intenta nuevamente extraer información del medidor propio del tablero, Schneider 5110, con un convertidor de RS485 a Ethernet marca Exemys y se logran resultados satisfactorios en la comunicación a una PC al lado del tablero, se pueden visualizar los parámetros, pero el equipo 5110 solo graba eventos y totaliza energía. Para tener una representación de hábitos de consumo en diferentes épocas del año es necesario hacer una base de datos para acumular mediciones y poder presentarlas en tablas y gráficos.

Para esto se usa software de Schneider, Ion Setup, que es gratis, para la comunicación y una versión de prueba, gratis por 60 días, de Ecostruxure para visualización de los datos, se obtienen resultados satisfactorios, pero provisorios, ya que el costo de este software excede ampliamente el presupuesto.

Queda pendiente una prueba con el software open source PRTG una vez que la Dirección de Informática de la UNVM establezca una conexión Ethernet a la oficina donde está el servidor que acumulará la información, esto permitirá cumplir con los objetivos de largo plazo del proyecto y poder almacenar y compartir información con la base de datos del



Universidad
Nacional
Villa María



proyecto federal y con otras áreas de la UNVM que pudieran necesitarla para mantenimiento o gestión.

Palabras clave: Sistema de gestión de la energía, Eficiencia Energética; Edificio de Administración pública; Campus



DINÁMICAS EN LAS PERSPECTIVAS DEL ABORDAJE DEL PERIURBANO DE LABOULAYE, CÓRDOBA

Sempio Evelyn 1, Guzmán L. Ana 2, Gottero Magalí 3, Aquino Tania 4, Blanco Paola 5.
Salafia Analía 6

1 Centro de Estudios de Ordenamiento Ambiental del Territorio (CEOAT) - IAPCByA - UNVM - Av. Jauretche 1555, Villa María, Córdoba. evesempio@gmail.com

2 CEOAT - IAPCByA - UNVM - Av. Jauretche 1555, Villa María, Córdoba. lguzman@unvm.edu.ar

3 CEOAT - IAPCByA - UNVM - Av. Jauretche 1555, Villa María, Córdoba. magigottero@gmail.com

4 CEOAT - IAPCByA - UNVM - Av. Jauretche 1555, Villa María, Córdoba.

taniasheila78@gmail.com

5 Agencia de Extensión Rural del INTA Laboulaye - Castelli 16, Laboulaye, Córdoba.

paolaisabelblanco@gmail.com

6 Agencia de Extensión Rural del INTA Laboulaye - Castelli 16, Laboulaye, Córdoba.

analiasalafia2015@gmail.com

Los sistemas periurbanos son complejos y presentan diversidad tanto de usos del suelo como vivenciales. Es así que, los procesos que suceden en dichos espacios están atravesados/conformados por diversas realidades que los constituyen, estas son tanto históricas, políticas, locales, regionales, nacionales, culturales y personales. En esta propuesta se buscó caracterizar los procesos y componentes que hacen a la conformación del periurbano de Laboulaye (Córdoba) para un abordaje interinstitucional. Laboulaye se encuentra ubicada en la región pampeana sudeste de la provincia de Córdoba, presenta una población estimada de 21.000 habitantes (según resultados provisionales del censo 2022) y su actividad productiva más destacada se construye en

torno a la actividad agrícola - ganadera, siendo la localidad un polo productivo clave para el Departamento Presidente Roque Sáenz Peña de la Provincia de Córdoba. La localidad cuenta con antecedentes en la investigación del periurbano, siendo el primero en 2017 un informe de extensión de Unidades Productivas Familiares (UPF) producto del trabajo en conjunto de la Agencia de Extensión Rural del INTA Laboulaye (AER-INTA Laboulaye), el SENASA, la municipalidad de Laboulaye, la Universidad Nacional de Córdoba y la Universidad Nacional de Río Cuarto. En 2021, el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia implementó el programa integración con la comunidad que dio como resultado un diagnóstico del periurbano de la localidad orientado a la gestión local. Actualmente se encuentra en desarrollo un trabajo interdisciplinario e interinstitucional

entre AER-INTA LABOULAYE y el CEOAT UNVM para aportar lineamientos para la visibilización de las y los habitantes del periurbano de Laboulaye y la profundización en las políticas territoriales locales. Para ello, se realizaron diferentes acciones como el diseño de una encuesta que permitió relevar información actualizada de la zona periurbana, un taller participativo con actores claves y la reconstrucción teórica de la forma de compartir la percepción del territorio. Como resultados preliminares se puede destacar la participación por parte de las y los habitantes del periurbano hacia la propuesta, así como de las instituciones presentes en el taller, sin embargo, las lógicas verticalistas imperantes en la gestión quedan evidenciadas, donde solo los roles técnicos se predisponen, quedando ausentes quienes siguen tomando las decisiones. La construcción de caminos y redes para llevar adelante el diálogo con estos actores se presenta así como el nuevo desafío con el objetivo de que las diferentes formas de habitar sean incorporadas en las políticas públicas.

Palabras clave: Territorio, Ambiente, Producción Familiar, Ordenamiento Territorial.



CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA PARA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DEL BIOETANOL A BASE DE MAÍZ

Badin Francisco¹, Galván María Jose¹, Cagnolo Mara¹, Degano Salvador¹, Becker Analia¹, Manno Roberto¹ y Acevedo Diego².

¹ Centro de Investigaciones y Transferencia de Villa María (CIT-VM), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Villa María, Villa María, Argentina. mgalvan@unvm.edu.ar

² Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados (IITEMA), Facultad de Ingeniería-UNRC, Dpto. de Tecnología Química, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba, Argentina. secyt@rec.unrc.edu.ar

La producción de biogás en Argentina presenta un gran potencial debido a la diversidad de materias primas disponibles para ser utilizadas distribuidas a lo largo del país. En el caso de la región pampeana y específicamente la provincia de Córdoba, caracterizada por el perfil agropecuario y agroindustrial, existen múltiples residuos y subproductos de dicho sector con posibilidades de ser aprovechados para la producción de biogás (Guido, et al., 2020). El desafío que surge de la diversidad de materias primas mencionada es el de caracterizarlas para luego poder evaluar el potencial de producción de biogás utilizando las mismas como sustratos. El objetivo de este trabajo es caracterizar físicoquímicamente diferentes subproductos obtenidos del proceso de producción de bioetanol a base de maíz, proporcionados por una industria de la ciudad de Villa María y compararlos con subproductos similares informados por otros autores. Los mismos son: jarabe de maíz (JM), vinaza de maíz (VM) y residuo de cribado de maíz (RCM). Los parámetros evaluados fueron: pH, sólidos totales (ST) y volátiles (SV), carbono orgánico total, nitrógeno kjeldahl, proteína, nitrógeno amoniacal, nitratos, sulfatos, relación carbono/nitrógeno (C/N), ácidos grasos volátiles y alcalinidad. Los resultados de la caracterización presentaron una gran similitud con los valores informados por otros autores tanto para JM como para VM en diferentes estudios de producción de biogás (Khanal, et al., 2008, Alkan-Ozkaynak, et al., 2011, Challa, et al., 2015). En cambio, en el caso de RCM no se encontró bibliografía previa de otros autores por lo que la caracterización de dicho sustrato marca un antecedente para futuras investigaciones sobre el mismo. Los 3 subproductos presentaron valores altos de materia orgánica (MO) o SV (superiores al 85% de los ST), siendo dicha MO la que se encuentra disponible de ser aprovechada por los microorganismos en la digestión anaerobia (DA). Los demás parámetros analizados demostraron que los sustratos no presentan potencial de inhibición para futuros ensayos de producción de biogás ya que los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos óptimos para llevar adelante la DA. Las relaciones C/N de los subproductos JM y VM fueron cercanas a 15 mientras que la de RCM fue levemente superior a 35. Ambas relaciones C/N fueron utilizadas por diferentes autores con resultados óptimos de producción de biogás (Budzianowski, et al., 2016, Ning, et al., 2019). Dicho parámetro es de gran importancia para la elección del inóculo a utilizar para la DA y también para posibles codigestiones de los sustratos. Finalmente, la caracterización realizada demuestra que los 3 subproductos abordados cuentan con las condiciones necesarias para ser utilizados como sustratos para la producción de biogás en trabajos futuros. De esa manera, se espera revalorizar energéticamente subproductos de



Universidad
Nacional
Villa María



la agroindustria, evitando un mal manejo de los mismos o incluso una incorrecta disposición final como residuos.

Palabras clave: Biocombustibles, Caracterización fisicoquímica, Revalorización energética, Residuos agroindustriales-ganaderos, Biogás.



PERCEPCIÓN SOCIO AMBIENTAL EN VILLA NUEVA

Guzmán L. Ana¹, Fogolin Augusto² y Scotto Ticianas³

1 Centro de Estudios de Ordenamiento Ambiental del Territorio (CEOAT-IAPCBA), Av. Jauretche 1555, Villa María, Córdoba lguzma@unvm.edu.ar

2 Centro de Estudios de Ordenamiento Ambiental del Territorio (CEOAT-IAPCBA), Av. Jauretche 1555, Villa María, Córdoba augustofogo123@gmail.com

3 Centro de Estudios de Ordenamiento Ambiental del Territorio (CEOAT-IAPCBA), Av. Jauretche 1555, Villa María, Córdoba ticianas43@gmail.com

El ambiente es un sistema complejo de relación entre los sujetos y su entorno donde el cuidado y protección del mismo es producto de las acciones de los actores y sus políticas implementadas en los territorios. Las problemáticas ambientales, son comprendidas como los emergentes de las perturbaciones que se realizan, además, son dependientes de los valores de cada sociedad y cada momento histórico le agrega connotaciones puntuales (Guzmán, 2019). Siendo así que, las modificaciones ambientales afectan la realidad sociocultural en relación a los valores preexistentes. Por ello, se presenta la necesidad de poner en contexto la representación social, como un fenómeno específico relacionado con una manera particular de comprender y comunicar, que a su vez crea la realidad y el sentido común (Duveen & Moscovici, 2000). La localidad de Villa Nueva, cuenta con escasos antecedentes vinculados a la investigación de los problemas socioambientales, así como, trabajos que identifiquen el territorio desde una perspectiva sistémica y compleja. De los antecedentes se destacan los trabajos sobre cultura e historia de las *jornadas de Villa Nueva Investiga* y las investigaciones vinculadas al desarrollo urbano y uso del suelo (Yáñez, 2016, Sanchez *et al.* 2017; Pierotti, 2022). Es en este contexto, que se buscó abordar la percepción socioambiental en Villa Nueva, mediante la herramienta de encuesta autogestionada, lo cual aportará conocimiento para la construcción de lineamientos normativos. Villa Nueva se ubica en el Departamento General San Martín, en la región centro-sur de la provincia de Córdoba. Asentada en el margen izquierdo del Río Ctlamochita, en la cuenca media del mismo. La ciudad tiene un posicionamiento estratégico por ser un nodo de centralidad regional con un área de influencia importante, ya que se encuentra equidistante a tres ciudades de gran importancia (Córdoba, Rosario y Río Cuarto), e inmersa en un sistema de producción agroganadero extensiva (Castoldi *et al.*, 2020). Para cumplir con los objetivos y en el contexto de pandemia, por el COVID-19 y sus restricciones, en el período junio de 2021 a agosto de 2021 se realizó el relevamiento utilizando las herramientas que la virtualidad provea. Para la confección del formulario se utilizó la herramienta de *Google Form* donde se generaron 49 preguntas además de la espacialización por zona. La misma se envió a la población por diferentes redes sociales, y a través de contactos directos oriundos de la localidad de estudio. El diseño muestral contó con sesgos vinculados a la alfabetización, lugar de residencia, acceso a redes y aparatos tecnológicos. Los resultados muestran un alto interés por los aspectos ambientales e identificación de problemáticas ambientales. La población manifestó interés en colaborar en la separación de residuos y generación de compost, así como un buen uso del agua. La zonificación permitió destacar aquellos lugares donde las problemáticas ambientales son más percibidas. Asimismo, se observa una identificación de las realidades del territorio y el conocimiento sobre aspectos ambientales, lo que sirve como información orientativa para el desarrollo de futuras políticas. El trabajo permitió identificar de forma exploratoria los aspectos principales que vinculan las problemáticas ambientales y la percepción social para poner foco en el desarrollo de políticas y acciones que reviertan dicha situación. La



Universidad
Nacional
Villa María



percepción ambiental, vista desde el conflicto aporta herramientas para la generación de normativas ambientales.

Palabras clave: Representación social, gestión municipal, espacios verdes.



INCENDIOS Y CAMBIO CLIMÁTICO: ANÁLISIS TERRITORIAL EN LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RÍO CTALAMOCHITA

Tuninetti Luis Enrique¹, Sánchez Sofía², Gallego Fernando³, Guzmán Leticia Ana⁴,
Forgioni Fernando Primo⁵, Deheza Julián Agustín⁶, Restovich Lucía⁷, Robledo Micaela
Verónica⁸, Mercado María Paula⁹, Meza Broto Ignacio¹⁰

- 1 CEOAT - IAPCByA – UNVM – Periodistas Argentinos 23, Villa María, Córdoba – ltuninetti@unvm.edu.ar
- 2 CREAN-FCA-UNC- Av. San Martín 6120, Colonia Caroya, Córdoba - sofiasanchez@agro.unc.edu.ar
- 3 CEOAT-IAPCByA - UNVM - J. L. MORANO 2084 Villa María, Córdoba. fgallego@unvm.edu.ar
- 4 CEOAT-IAPCByA – UNVM- Mocoví 1006, Villa María, Córdoba- lguman@unvm.edu.ar
- 5 CEOAR - IAPCByA - Madrid 350, Villa María, Córdoba - fforgioni@unvm.edu.ar
- 6 CEOAT - Santa Fe 256, Hernando, Córdoba - juliandeheza2001@gmail.com
- 7 CEOAT - UNVM - Méjico 865, Villa María, Córdoba - lurestovich@gmail.com
- 8 CEOAT - IAPCByA - UNVM - Parajón Ortiz 454, Villa María, Córdoba - micarobledo16@gmail.com
- 9 CEOAT - IAPCByA - UNVM - Perito Moreno 1224; Villa María, Córdoba - pauumercado31@gmail.com
- 10 CEOAT - IAPCByA - UNVM - Bv Alvear 215, Villa María, Córdoba - ignacio_mb@yahoo.com

El cambio climático es, sin lugar a dudas, el principal problema para la humanidad en el mediano y largo plazo, con relevancia tanto a nivel global, como nacional, regional y local.

Entre los múltiples impactos de la crisis climática se encuentra la intensificación de los incendios forestales. Luego de los mismos, se presentan transformaciones del paisaje con pérdida ecosistémica y posibles cambios del uso del suelo tanto urbanos como agrícolas.

En este sentido, resulta imprescindible reconocer la dinámica ecosistémica, cultural, social e institucional de los sistemas afectados. Para ello, el análisis integral a nivel cuenca hidrográficas implica, primero, conocer donde se vive, de dónde vienen los bienes y servicios ambientales de los cuales la sociedad en su conjunto se beneficia. El agua, la biodiversidad, el suelo, los bosques cumplen diversas funciones y se relacionan a partir del elemento integrador agua, que abarca en su red de arroyos y ríos una conexión inseparable entre la cuenca alta y la cuenca baja.

Por ello, el proyecto de investigación tiene como objetivo analizar la sucesión ecológica posfuego en los espacios incendiados en los últimos 10 años de la cuenca media y baja del Río Ctalamochita en la Provincia de Córdoba, Argentina. Entendiendo que los

ecosistemas de cuencas son de gran relevancia para la vida y presentan una fragilidad destacable.



La metodología que se utilizará será de tipo mixta, en la cual se procederá por un lado al análisis y procesamiento de imágenes satelitales y relevamiento a campo para la determinación de los usos del suelo. Se realizarán muestreos de la vegetación para estimar el valor de los parámetros de la población encontrada, las unidades muestrales se situarán en unidades consideradas típicas o representativas. Por otro lado, se realizará un análisis de las dinámicas del paisaje en los sistemas afectados por los incendios.

Así mismo, las políticas públicas que estén vinculadas directa o indirectamente al cambio climático deben ser no solo de carácter internacional o nacional sino también desde lo local y regional; Argentina ha adoptado políticas para abordar el cambio climático, pero aún existen barreras y desafíos para su implementación efectiva. A nivel provincial el último informe de gestión ambiental realizado por la Secretaría de Ambiente (2021) se aborda el problema pero centrado en el diagnóstico de las emisiones de gases efecto invernadero y la educación ambiental, dejando de lado la adaptación a los impactos climáticos; por ello, la investigación buscará, con entrevistas y encuestas, demostrar la articulación entre las políticas públicas de cambio climático y las realidades territoriales de los ecosistemas incendiados.

La importancia del proyecto radica en la relevancia para la vida de los habitantes de la región y la falta de antecedentes en la temática en la cuenca media y baja del río Ctlamochita (Córdoba – Argentina), donde se vinculen aspectos ecosistémicos, el cambio climático, la problemática de los incendios forestales y la política ambiental; que sean abordados desde la interdisciplina, entendiendo la complejidad del sistema y que proponga lineamientos o alternativas a la gestión político-ambiental de la zona.

Palabras clave: Sistemas de Información Geográfica, Territorio, Desarrollo, Uso del Suelo



EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD DE INCENDIOS EN LOS EVENTOS DE INTERFASE DE 2009 Y 2020 EN ACHIRAS, CÓRDOBA, ARGENTINA

Torres, Rocío Magalí¹, Rodríguez, María Jimena^{1,2}, Ledesma, María Micaela^{1,3},
Becker,

Anaía Rosa^{1,4,5}

¹ Instituto A. P. de Ciencias Básicas y Aplicadas, UNVM. Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba, Argentina, rmagatorres@gmail.com

² Centro de Investigaciones y Transferencia Villa María, CONICET, UNVM. Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba, Argentina.

³ Facultad de Agronomía y Veterinaria, UNRC. Ruta Nacional 36 km 601, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

⁴ Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC. Ruta Nacional 36 km 601, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

⁵ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica, CONICET-UNVM. Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba, Argentina.

El fuego es un evento natural modelador del paisaje que en la actualidad se encuentra altamente influenciado por las actividades humanas. Se manifiesta en cambios de la frecuencia, severidad, distribución, número de igniciones, disponibilidad de combustible, entre otras. En las últimas décadas es un factor repetido que incide y provoca cambios en la localidad de Achiras, Córdoba, Argentina que afecta tanto a la biomasa vegetal como al suelo, hidrósfera y atmósfera. Por ello, es imprescindible evaluar la severidad de incendios de los eventos de interfase 2009 y 2020. El área se encuentra enclavada en las últimas estribaciones de las Sierras Comechingones (33° 10' 29" S y 64° 59' 31" O), departamento Río Cuarto. Biogeográficamente, pertenece a la región Neotropical Provincia Pampeana y a la zona de Transición Sudamericana, provincia Comechingones. El clima es templado subhúmedo con una marcada estación seca de régimen monzónico. Metodológicamente se analizaron las características climáticas, socioambientales, geopedológicas y biogeográficas; a partir de datos climáticos, material bibliográfico y entrevistas semiestructuradas. Las características geopedológicas y biogeográficas, se analizaron a partir de imágenes satelitales Landsat 7 del United States Geological Survey (USGS) y con la utilización del software QGIS versión 3.22.1. En relación a esto se calculó el geoindicador espectral temporal índice de Tasa de Quema Normalizada (NBR) pre y post incendio de ambos eventos. Los resultados obtenidos permiten identificar que la localidad de Achiras se encuentra en una zona vulnerable a los incendios forestales. Esto es posible debido a que sus características climáticas de precipitación, temperatura y vientos, demuestran un potencial desarrollo que favorece la propagación del fuego en ciertas épocas del año. En cuanto a la vegetación, la misma es vulnerable a presentar bajos índices de humedad, lo que la convierte en material combustible para el desarrollo de incendios.



En cuanto a las características geopedológicas, presenta pendiente elevada, alta pedregosidad, con presencia de afloramientos rocosos, erosión hídrica y eólica lo que también convierte a la zona en vulnerable a los eventos de incendio. Por último, las características socioambientales evidencian que la localidad no presenta una planificación en cuanto a la prevención y previsión de incendios. Las imágenes obtenidas demuestran una mayor severidad en el incendio del 2009 en el área de estudio en cuanto al análisis del geoindicador espectral NBR, como así también una mayor afección sobre la interfaz urbano-rural; mientras que el incendio del 2020 se observa que la severidad del mismo fue menor y que la interfaz urbano-rural se presenta sin afectación. La metodología utilizada permite dar cuenta que la teledetección es una herramienta alternativa muy sólida para cartografiar el riesgo de incendios, proporciona cobertura espacio-temporal detallada e información espectral para discriminar áreas quemadas respecto de otras coberturas. Además, este análisis integrado con la evaluación geoambiental evidencia procesos y características que dan lugar al escenario actual, y la probabilidad de ocurrencia en el futuro para la mitigación y prevención de los potenciales eventos.

Palabras clave: Geoindicadores espectrales, Fuego, teledetección, NBR, SIG.



EVALUACIÓN DE SUSTRATOS COMPLEJOS PARA LA PRODUCCION DE BIOGÁS

Cagnolo Mara¹, Badín Francisco¹², Galván María Jose¹², Fiorito Pablo¹² y Santalla Estela³.

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB).

² Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas (IAPCBA). Universidad Nacional de Villa María (UNVM). Córdoba, Argentina.

³ Laboratorio de Bioenergía – Facultad de Ingeniería (FIO) – Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs. As. (UNCPBA).

UNVM-Campus, Arturo Jauretche 1555, Villa María-Córdoba, Tel: 353 453910, int: 3065

mcagnolo@unvm.edu.ar

Este estudio propone evaluar el potencial de producción de biogás (PPB) utilizando cultivos energéticos y residuos agroindustriales de la cuenca lechera de Villa María. Se llevaron a cabo ensayos de PPB para determinar la viabilidad de estos sustratos. Como residuos agroindustriales se caracterizaron el purín de cerdo desgasificado (inóculo) y el lactosuero (LAC) y dos cultivares de sorgo azucarado sin ensilar y posterior a la estabilización del ensilado: PSVDH2010, SSVDH2010, PSTOB82 y SSTOB82. Se utilizó esta caracterización para determinar el potencial teórico de biogás (PTB) basado en la composición química de las muestras. Las condiciones operativas para los ensayos de PPB incluyeron una relación sustrato/inóculo (RSI) de 1:2 (gSV/gSV) para ambos cultivares de sorgo. En el caso del LAC, además de la RSI mencionada, se analizaron las relaciones 1:3 y 1:4. Los ensayos se llevaron a cabo en condiciones mesófilas con muestras duplicadas, incluyendo un blanco compuesto por el inóculo y un control positivo. La cuantificación del biogás producido se realizó mediante el método volumétrico de desplazamiento, y se consideró que el ensayo concluyó cuando la tasa diaria de producción de biogás fue igual o menor al 0,5% del volumen total. Se realizó una caracterización del biogás producido mediante cromatografía gaseosa, y los contenidos de metano se utilizaron para calcular el potencial de producción de metano (PPM). Los resultados revelaron que la estimación del PTB y el PPB no mostraron una correlación estadística positiva, lo que indica que el PTB no es una herramienta útil en este contexto de sustratos. Las mayores producciones de biogás (251,08 mL gSV⁻¹) y metano (171,21 mL gSV⁻¹) se obtuvieron para el cultivar PSDVH2010, seguido por el LAC 1:3, que mostró un rendimiento destacado en comparación con los demás sustratos (169,58 mL biogás gSV⁻¹ y 51,22 mL metano gSV⁻¹). La producción de biogás a partir de diferentes materiales orgánicos depende del contenido del sustrato que puede convertirse en biogás, y factores como su composición química y biodegradabilidad son clave en este proceso. En este contexto, la presencia de lignina en los cultivares de sorgo, así como la alta carga orgánica y baja relación carbono-nitrógeno en el LAC, pueden generar complejidades en la eficiencia de la descomposición anaeróbica de la materia



Universidad
Nacional
Villa María



orgánica, lo cual se refleja en valores más bajos de PPB y PPM en comparación con los encontrados en la bibliografía.

Palabras clave: Biogás, Metano, Lactosuero, Sorgo azucarado, Purín de cerdo.



REVALORIZACION DE DIGESTATOS DE PROCESOS ANAEROBIOS MEDIANTE CARBONIZACION.

Galván María Jose¹, Cagnolo Mara¹, Cabrera Micaela¹, Badin Francisco¹, Degano Salvador¹, Becker Analía¹, Bruno Mariano².

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB, CONICET), Universidad Nacional de Villa María (UNVM), Arturo Jauretche 1555 (5900) Villa María, Córdoba, Argentina.

² Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados (IITEMA), Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Ingeniería-UNRC, Dpto. de Tecnología Química, Ruta Nac. 36 Km. 601 (5800) Río Cuarto, Córdoba, Argentina. mgalvan@unvm.edu.ar

A nivel mundial, la digestión anaeróbica (DA) ha ganado una amplia aceptación para la gestión de residuos orgánicos junto con la producción de energía (biogás) y la de nutrientes (digestato). La Agencia Internacional de Energía ha previsto que en el período 2018-2023 la bioenergía será la fuente de energía renovable con mayores perspectivas de crecimiento, con una tasa estimada del 30 %. Además del biogás, otros de los productos de la DA, es el denominado digerido o digestato. Este puede definirse como un subproducto que proviene del tratamiento anaeróbico y contiene diferentes productos finales del metabolismo microbiano, juntamente con la fracción de material que no ha sido degradada en el proceso. En 2016, la producción mundial de biogás fue de aproximadamente 60 mil millones de m³. Esto representa una generación aproximada de 550 mil millones de toneladas de digestato. Por este motivo, aunque la generación de biogás es una vía plausible de obtención de energía desde biomasa, diversos autores sugieren que el concepto de biorrefinería de DA, no está completamente maduro, y es necesario buscar posibles usos de los subproductos con integración de sistemas para su desarrollo sostenible. Es decir, para lograr un ciclo sostenible de generación del biogás se requieren realizar más estudios hacia la gestión y valorización del digestato. Entonces, una alternativa consiste en la transformación del digestato mediante un proceso de carbonización en atmósfera libre de oxígeno (proceso termoquímico que convierte la materia orgánica en gas de síntesis, bioaceite y un residuo sólido rico en carbón, denominado biocarbón). Todos los productos de la carbonización poseen potencial aplicabilidad; el gas de síntesis y el bioaceite pueden emplearse en la generación de energía mediante combustión, mientras que el biocarbón tiene alto contenido de C, O, N y H, con excelentes propiedades para la retención de agua y liberación gradual de nutrientes. En este sentido, su aplicación en suelo con fines agrícolas demostró mejoras de las propiedades del suelo en comparación a la aplicación de digestato sin procesar. Esto, se debe a que el biocarbón posee una retención superior de materia orgánica.

Este trabajo caracterizó tres biochars provenientes de digestatos de procesos de DA con diferentes materias primas de alimentación y se aplicó en un suelo típico de la región a diferentes concentraciones y combinaciones, evaluando sus efectos en las propiedades del suelo como pH, CE, materia orgánica, grado de humificación, cationes y respiración microbiana, postratamiento. Estos resultados permitieron tener una aproximación de las características de los subproductos obtenidos por carbonización y su factibilidad en la incorporación de prácticas agronómicas.

Palabras clave: Digestatos, biochars, biorrefinerías.



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO, URBANO, INDIVIDUAL DE USO PÚBLICO

Pierantonelli Mario¹, Rossi Rosana¹, Medina Juan², Quintilla Tomás¹, Silva Luis², Barufaldi Gastón¹, Spirtu Horacio, Sassia Gerardo³, Picca Gustavo¹, Trucco Gonzalo¹, Carmagnola Gabriel¹, Fernandez Nicolás¹, Bucciarelli Agustin²

¹ Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básica y Aplicadas de la Universidad de Villa María. Arturo Jauretche 1555, CP 5900 Villa María, Córdoba. mpierantonelli@unvm.edu.ar

² Centro de Investigación y Transferencia (UNRaf-CONICET), Universidad Nacional de Rafaela. Bv. Roca 989, CP 2300. Rafaela, Santa Fe. luissilva@unraf.edu.ar

³ IPEM N° 49, gertsassia@gmail.com

Los vehículos sobredimensionados son la causa principal de la congestión urbana, la contaminación y el despilfarro de energía, material y espacio público. Se pretende investigar el impacto de la implementación de un móvil eléctrico individual, público, de bajo costo y bajo peso, en la eficiencia del sistema de transporte y la ocupación en planta, para el trayecto Campus UNVM- Ciudad de Villa María. Un análisis somero concluiría que una bicicleta es el vehículo ideal que cumple con todas las condiciones anteriores y mucho más si tiene una ayuda motriz eléctrica, pero no es un móvil apto para todas las edades o condiciones físicas, además el conductor está expuesto a las adversidades del clima y si se pretende hacer un carenado o carrocería se dificulta la conducción y el equilibrio. Esto dirige la investigación hacia un vehículo eléctrico individual, de tres o cuatro ruedas, ultraliviano, carrozado, apto para circular en entornos urbanos y en diversas condiciones climáticas. En esta instancia y dado lo escaso de los recursos monetarios se recurre a un colaborador externo que dispone de un chasis semiarmado de tipo triciclo con dos ruedas delanteras. Se dispone de un motor de 48V-500W en la rueda trasera, con un controlador electrónico por ancho de pulsos. Se usan dos baterías de litio de 18 V-4Ah de taladro, prestadas, más un pack armado con celdas 18650 recuperadas. Tiene amortiguación en las ruedas delanteras y trasera, dirección en las ruedas delanteras y suspensión delantera por paralelogramos deformables con doble brazo A.

Se efectúan pruebas en la pista ovalada pavimentada del campus universitario sobre distancias conocidas usando la función de totalizador de energía del medidor integrado. Se contrasta con las mediciones de corriente de dos pinzas amperométricas y no se observan discrepancias mayores al 3%.

El peso del triciclo es de 42,65 Kg y las pruebas se efectúan con un conductor de 65 Kg. Se hacen pruebas consecutivas en trayectos continuos y otros con detenciones intermedias simulando tránsito urbano; de un total de diez tiradas en idénticas condiciones, sin viento, se obtiene un consumo promedio de 14,7 Wh/Km a una velocidad promedio de 13,7 Km/h, con máximas de 27Km/h. La autonomía es de unos 10 Km, restringida por lo exiguo de la batería, con 500 Wh se podría llegar a 25 Km manteniendo un costo bajo.

Los objetivos de incorporar pedales, carrozado, frenos de disco y techo fotovoltaico se han postergado por razones presupuestarias pero mejorarían ampliamente las prestaciones obtenidas.

Otra ventaja de este tipo de vehículos es que pueden ser cargados desde cualquier tomacorriente de 220V.



En síntesis, este estudio, aún con sus limitaciones presupuestarias y tecnológicas pone de manifiesto la conveniencia de este tipo de móviles, que podrían cumplir un lugar importante en el transporte individual urbano en ciudades medianas como Villa María; siendo un medio inclusivo por el costo y las prestaciones de estabilidad y protección ante factores climáticos adversos, además de ser un vehículo de cero emisiones locales, y totales si se carga con energías renovables.

Palabras claves: movilidad sustentable, eléctrico, eficiente, público



EXPERIENCIAS EN EL ÁRIDO DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS DE COMUNIDADES CAMPESINAS DEL NOROESTE CORDOBÉS

Burique, Martina¹, Gottero, Magalí¹ y Roulier, Alan¹.

¹ Colectivo La Jarilla - Universidad Nacional de Villa María. martiburique@gmail.com;
magigottero@gmail.com; alanmariano94@gmail.com

El agua es un factor clave en los procesos ecosistémicos, sociales y culturales, teniendo un impacto significativo en la configuración de los paisajes y territorios asociados a ella. Asimismo, existen injusticias hídricas reflejadas en el acceso desigual a este bien común, como ocurre en las comunidades campesinas del Noroeste Cordobés. El objetivo del presente trabajo es el análisis de dos experiencias de tecnologías apropiadas en el territorio como estrategias de gestión comunitaria del agua, siendo el caso de la implementación de cisternas de placas y la reconversión de un sistema de bombeo comunitario mediante energía solar. Esto se llevará adelante desde la perspectiva de la Ecología Política del Agua que advierte como agua y poder se encuentran relacionados y como la disponibilidad o no de la misma no está dispuesta sólo por las condiciones naturales, sino que los flujos son afectados y moldeados por actividades humanas y se relacionan con flujos sociales, de capital y de poder. La investigación está enmarcada metodológicamente en la Investigación Acción Participativa, fundamentada a partir de la participación de las/os autores en el Colectivo La Jarilla con el propósito de hacerlo desde el diálogo de saberes ligado a la práctica, utilizando herramientas como la revisión bibliográfica, la observación participante, la permanencia en las comunidades, las charlas guiadas y los relatos orales. Las comunidades campesinas se encuentran ubicadas en el noroeste cordobés, particularmente en la cuenca Salinas Grandes. La circulación del agua en las mismas se ve determinada por factores como la implementación de políticas públicas orientadas al agronegocio de la región, obras hídricas e hidráulicas provinciales destinadas a grandes productores rurales y poblaciones urbanas y las coyunturas históricas que expresan y configuran las asimetrías de poder. Por un lado, se reconoce que la incorporación de módulos fotovoltaicos para la reconversión de un sistema de bombeo que funcionaba con un grupo electrógeno alimentado por nafta significó autonomía energética e hídrica en una de las comunidades. Por otra parte, las cisternas de placas como tecnología de almacenamiento de agua fueron trascendentales no solo por su implementación y adaptación en el territorio sino también por la autonomía brindada a múltiples familias para poder recolectar y almacenar agua de calidad para consumo en lugares donde el acceso a este bien común representa una grave problemática. Reconociendo que las tecnologías no son neutrales y que llevan consigo el modelo imperante de donde fueron creadas, en ambos casos, estas tecnologías fueron apropiadas en el territorio implicando cambios positivos en los modos de acceder al agua en las comunidades y representando estrategias y herramientas para la gestión comunitaria del agua. Además, se implementaron bajo una perspectiva crítica y situada, resaltando en la aplicación del proceso tecnológico su mirada colaborativa, comunitaria y territorializada. Las comunidades campesinas se organizan en el Movimiento Campesino de Córdoba y desde el mismo se trabaja con distintos proyectos para mejorar el acceso al agua en el árido.



Universidad
Nacional
Villa María



Palabras clave: Tecnologías apropiadas, Gestión comunitaria del agua, Ecología Política del Agua.



EVALUACIÓN DE LAS FRACCIONES DE DIGESTATOS DE PROCESOS ANAEROBIOS PARA SU APLICACIÓN EN PRÁCTICAS AGRONÓMICAS, DE LA REGIÓN CENTRO Y CUYO

Cabrera Micaela¹ y María José Galván¹⁻²

¹ Universidad Nacional de Villa María, Arturo Jauretche 1555 (5900) Villa María, Córdoba, Argentina.

² IMITAB (CONICET-UNVM), Arturo Jauretche 1555 (5900) Villa María, Córdoba, Argentina.

UNVM-Campus, Arturo Jauretche 1555, Villa María-Córdoba, Tel: 353 453910, int: 3065

Micaacabrera15@gmail.com , mgalvan@unvm.edu.ar

El proceso de digestión anaeróbica (DA) consiste en la degradación microbiológica de los materiales orgánicos en ausencia de oxígeno. Del mismo se obtienen dos productos: biogás, un combustible gaseoso compuesto mayormente por gas metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), que se utiliza para la generación de energía; y digestato, que se encuentra en estado líquido o semilíquido y se compone de la biomasa microbiana de la DA, material no biodegradable y otros productos de la degradación .

En el año 2016 se produjeron aproximadamente 60 mil millones de m³ de biogás en el mundo, lo que corresponde a 550 mil millones de toneladas de digerido.

La composición del digerido varía según la naturaleza del sustrato que se aplique, el reactor que se utilice, entre otros factores determinantes . De igual manera la gran mayoría contiene macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K); lo cual hace que tenga un potencial uso como fertilizante ,ya que los mismos son elementos esenciales para el crecimiento de los cultivos . Aun así, si la operación de la DA es ineficiente el mismo puede estar compuesto por una alta salinidad y un alto contenido de ácidos grasos, limitando su uso en las prácticas agronómicas.

El objetivo de este trabajo es evaluar las fracciones de tres digestatos, para conocer su potencial uso en prácticas agronómicas.

A los digeridos se los separó en fracción sólida (FS) y fracción líquida (FL). Los parámetros químicos se determinaron por separado y por triplicado. A la FS se le analizó los sólidos totales (%ST), y sólidos volátiles (%SV). Y en la FL se determinó %ST, %SV, alcalinidad total (AT), pH, carbono orgánico, nitrógeno total, conductividad, nitrógeno amoniacal total y libre. Para evaluar la fitotoxicidad de la FL se utilizaron semillas de la especie *Lactuca sativa* y *Raphanus sativus* exponiéndolas a diferentes concentraciones de 100%, 75%, 50%, 25% y 10%, de los tres digestatos en estudio. Utilizando los índices de germinación relativa (IGR), índice de crecimiento relativo (ICR) y índice de inhibición de germinación (IG), determinándolos durante los primeros días de desarrollo.

Las tres fracciones analizadas fueron F-EN, F-BE, F-3C, de los cuales para FS se obtuvieron %ST entre 20-25% y %SV entre 87-89%.

Para la FL los parámetros que obtuvieron resultados más relevantes para la investigación fueron los %ST que estuvieron entre 4-7%, los %SV arrojaron valores entre 66-70%, el pH se encontró ligeramente alcalino y los valores de conductividad fueron altos.

Los porcentajes de IG para *Lactuca sativa* en FL-BE y FL-3C fueron altos entre 60-70% incluso a bajas concentraciones de digerido. Para la especie *Raphanus sativus* el IG



aumentó a partir de la concentración de 10% siendo mayor para FL-3C. De todos modos, la especie *Lactuca sativa* mostró mayor sensibilidad a la FL que la *Raphanus sativus*. Los índices de IGR y ICR disminuyeron para los tres digeridos a concentraciones mayores. Los resultados obtenidos indicaron que las dosis deben ser menores al 10% para poder utilizar el digerido como biofertilizante y no generar problemas de inhibición.

Palabras claves: Digestato, fitotoxicidad, Fracción sólida, Fracción líquida, Fitotoxicidad.



ARSÉNICO Y METALES EN AGUA SUPERFICIAL Y SEDIMENTOS DE LA CUENCA MEDIA-BAJA DEL RÍO CTALAMOCHITA, CÓRDOBA

Biolé Michelle¹, Urseler Noelia¹, Biolé Fernanda¹, Griboff Julieta², Monferrán Magdalena²,
Morgante Carolina¹, Bachetti Romina¹

¹ I.A.P. de Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad Nacional de Villa María. Villa María (CP:5900), Córdoba, Argentina.

² Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos Córdoba (ICYTAC-CONICET), Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba.

E-mail: mbiole@unvm.edu.ar

El agua superficial es uno de los recursos hídricos más importantes de la provincia de Córdoba. El río Ctalamochita en su cuenca media-baja atraviesa importantes centros urbanos como el conglomerado Villa María-Villa Nueva (VM-VN). Por lo tanto, es fundamental evaluar el impacto de las actividades productivas y centros urbanos en la calidad del agua. Los objetivos de este trabajo fueron: i) determinar la presencia de arsénico y metales en agua y sedimentos de la cuenca media-baja del río Ctalamochita; ii) analizar la variación estacional de las concentraciones de estos elementos en dos épocas del año (estación húmeda, EH y seca, ES); iii) evaluar índices de riesgo no cancerígeno: cociente de peligrosidad (HQ) y cociente de peligrosidad total (HI) en agua; iv) evaluar el índice de geoacumulación (Igeo) en sedimentos. Se recolectaron muestras de agua y sedimentos en 5 sitios en noviembre de 2021 (EH) y junio de 2022 (ES). Se analizaron 8 metales: Ni, Cd, Cr, Pb, Cu, Fe, Mn y Zn; y el metaloide As, utilizando ICP-MS. A partir de las concentraciones obtenidas se calcularon HQ y HI (riesgo químico asociado a la ingesta de contaminantes) e Igeo (presencia e intensidad de la deposición de contaminantes en sedimentos del lecho). Los datos se compararon con la normativa del Consejo Canadiense de Ministerios de Ambiente para la protección de la vida acuática (CCME, 2006). Los metales Cr, Mn, Ni y Cd se detectaron en concentraciones inferiores a los límites admitidos por la CCME; mientras que As, Cu, Zn y Pb se detectaron en concentraciones superiores a los mismos, en relación a estos últimos, las concentraciones de estos últimos metales obtenidas en EH y ES fueron: Cu (10,3-26,6 y 5,6-14,5 µg/L); Zn (12- 39,2 y 21,9-243 µg/L); Pb (7-7,4 y 2,8-40,1 µg/L); As (2-3,9 y 1,4-3,3 µg/L), respectivamente. En sedimentos, las concentraciones detectadas fueron inferiores a los límites admitidos por la CCME, exceptuando Fe (EH: 862,5-1628 y ES: 678,6-1708 µg/g) y Mn (EH: 85,3-410 y ES: 115,7-326,5 µg/g). Los valores de HQ y HI en referencia a los elementos evaluados, fueron inferiores a 1 en EH y ES indicando que la exposición a los elementos estudiados no supondría riesgo para la salud de la población local. En referencia a los sedimentos, el Igeo reveló que los metales que presentaron mayores valores fueron Fe, Mn, Zn y Cu, tanto en la EH como en ES. En general se observó una tendencia creciente de la concentración de Cr, Cd, Pb, Cu, Fe, Mn, Zn y As para agua y de Cr, Cd, Pb, Zn y As en sedimentos, aguas abajo del conglomerado VM-VN. Dichos resultados podrían estar asociados con contaminación de origen natural a partir de las formaciones geológicas, y/o antrópica relacionada con compuestos químicos utilizados en la actividad agrícola, hidrocarburos



Universidad
Nacional
Villa María



provenientes de industrias, estaciones de servicio y transporte a partir de rutas o caminos, lixiviado de basurales a cielo abierto, extracción de áridos, entre otros.

Palabras clave: contaminación, índices de riesgo, consumo humano, conglomerado VM-VN.



ECOSISTEMAS RESIDUALES Y NEOECOSISTEMAS EN EL PERIURBANO DE VILLA MARÍA

Guzman L. Ana¹, Robledo Micaela², Galanti Brisa³, Mercado M. Paula⁴, Furlán, M. Lucrecia⁵

¹ Centro de Estudios de Ordenamiento Ambiental del Territorio (CEOAT) - IAPCByA - UNVM - Av. Jauretche 1555, Villa María, Córdoba - lguzma@unvm.edu.ar

² CEOAT - IAPCByA - UNVM - Av. Jauretche 1555, Villa María, Córdoba
micarobledo16@gmail.com

³ CEOAT - IAPCByA - UNVM - Av. Jauretche 1555, Córdoba - bgalanti@outlook.es

⁴ CEOAT - IAPCByA - UNVM - Av. Jauretche 1555, Villa María, Córdoba
paumercado31@gmail.com

⁵ CEOAT - IAPCByA - UNVM - Av. Jauretche 1555, Villa María, Córdoba - lucrefurlan@gmail.com

La construcción territorial es la confluencia de las realidades sociales y su articulación con el espacio geográfico. En este sentido, el periurbano es un espacio de transición urbano-rural. En él se desarrollan actividades vinculadas a los desplazamientos de la ciudad y el campo, posibilitando la recuperación de la naturaleza.

Villa María, está ubicada en el distrito del Algarrobal, en la ecorregión del Espinal, presentando una gran pérdida de su estructura vegetal, suplantada por agricultura extensiva en su gran mayoría. Asimismo, la localidad cuenta con una pendiente baja a nula que, combinada con las altas precipitaciones en cortos períodos de tiempo, lleva a anegamientos y lentos escurrimientos superficiales. En este sentido, el conservar la vegetación nativa aporta al retardo de las gotas que van hacia el suelo gracias al follaje. Además, la estructura vegetal permite la absorción del agua por medio de las raíces.

Morello y Matteucci (2001) analizaron las nuevas estructuras, las cuales se identificaron dentro del periurbano de Villa María. Guzmán (2019) describe 18 tipos de usos del suelo, que posteriormente en Guzmán, Zulaica y Mizdraje (2021) describen la presencia de 5 estructuras: neohumedales, neoredes de escurrimiento superficial, neosuelos, ecosistemas residuales (donde la composición de las especies vegetales, la dominancia y estructura vertical son similares a las originales) y neoecosistemas (aquellos con vegetación exótica y nativa).

La propuesta buscó identificar la diversidad vegetal presente en el periurbano de Villa María. La metodología utilizada fueron relevamientos en campo de tipo exploratorio para el reconocimiento de la fisonomía y especies vegetales presentes, con georeferenciación. Posteriormente, se pasó a la sistematización y digitalización de datos con Google Earth Pro y QGis 3.16.5. para la cartografía temática y la conformación de un catálogo de especies. Como resultados, se han logrado identificar exitosamente entre 30 y 50 especies, de las cuales se han encontrado tanto nativas como exóticas. Algunos de los árboles nativos mayormente observados fueron: Chañar (*Geoffroea decorticans*), Espinillo (*Vachellia caven*), Espinillo negro (*Vachellia astringens*) y Tala (*Celtis ehrenbergiana*). Entre los



árboles exóticos se han identificado Paraíso (*Melia azedarach*), Siempre verde (*Ligustrum lucidum*), Falsa mora (*Broussonetia papyrifera*) o Mora (*Morus alba*). En tanto arbustos o hierbas algunos catalogados fueron: Palo amarillo (*Aloysia gratissima*), Chaguar (*Deuterocohnia longipetala*), Romerillo (*Baccharis aliena*), Duraznillo (*Cestrum parqui*), Malvavisco (*Sphaeralcea bonariensis*), Paja fina (*Nasella tenuissima*) y Amor seco (*Bidens pilosa*).

Como conclusiones preliminares, los ecosistemas residuales tienen una mayor representación en la ribera del río, pero su conectividad con los pequeños parches de Espinal son nulos, identificando que su distribución, tamaño y distancia los posiciona como islas en medio de usos productivos o urbanos. Los neoecosistemas, presentan la potencialidad para la recuperación de nativas, siempre que no ingresen animales o exóticas invasoras. Además, se cuenta con estructuras de bosque abiertas que posibilitan el desarrollo de una alta diversidad de los estratos bajos de pastizales. Lo relevado en su totalidad es de propiedad privada, lo que lleva a reflexionar sobre la responsabilidad de la gestión ambiental para la articulación público-privada en pos de la conservación.

Palabras clave: PERIURBANO, AMBIENTE, EXTRACTIVISMO, ECOSISTEMAS



ESTUDIO PRELIMINAR DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN REACTORES SECUENCIALES BATCH ANAEROBIO Y AEROBIO

Degano Salvador^{1*}, Galván María José¹, Lespinard Alejandro¹ y Fuentes Mauren²

¹ IMITAB (UNVM-CONICET) Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba.
[*s.degano@hotmail.com.ar](mailto:s.degano@hotmail.com.ar)

² INGAR (UTN-CONICET) Avellaneda 3657, Ciudad de Santa Fe, Santa Fe.

El objetivo del presente trabajo es estudiar el funcionamiento de dos reactores secuenciales discontinuos granulares (SBR, por su sigla en inglés) en sus etapas iniciales de operación para ajustar los tiempos óptimos de ciclo. En ambos se tratan los residuos orgánicos ricos en lípidos y proteínas provenientes de un frigorífico de la zona, uno en condiciones anaerobias (SBR anaerobio) y el otro con aireación (SBR aerobio/anóxico). Los dos SBR fueron inoculados con gránulos de un reactor UASB y luego comenzaron a operarse a cargas bajas ($\approx 0,6$ gDQO/Ld) con un tiempo total de ciclo de 48 horas durante 6 meses para adaptar el lodo granular al sustrato y a las condiciones fluidodinámicas características de estos tipos de reactores. Posteriormente, se aumentó la carga orgánica de 0,6 gDQO/Ld a 1,5 gDQO/Ld, y se midieron aproximadamente cada 6-8 horas en el ciclo previo y posterior al aumento de carga diferentes variables, a saber: DQO total y soluble, nitrógeno amoniacal total y alcalinidad total en ambos reactores; pH, volumen de biogás y contenido de metano, ácido acético, propiónico y butírico en el SBR anaerobio; y nitratos en el SBR aerobio/anóxico. Tanto en el ciclo previo como en el posterior al aumento de carga, la reducción de la DQO total y soluble para los dos reactores se produjo en las primeras 24 horas. Asimismo, no se observó acumulación de los ácidos grasos volátiles (concentraciones menores a 25 mg/L) en ninguna de las muestras tomadas y el pico de la producción de metano se detectó dentro de las primeras 24 horas en el reactor anaerobio, tanto antes como después del aumento de carga; mientras que la nitrificación y desnitrificación sucedieron durante la etapa de aireación (primeras 24 horas) en el reactor aerobio/anóxico, independientemente de la carga orgánica. Además, el SBR anaerobio al igual que el SBR aerobio/anóxico continuaron con altos porcentajes de reducción de la DQO soluble luego del aumento de carga: 90,22% y 92,25%, respectivamente. Debido a que ambos reactores continuaron operando de forma estable luego del aumento de carga, y que los procesos deseados como la metanización en el reactor anaerobio y la nitrificación-desnitrificación en el reactor aerobio/anóxico se produjeron durante las primeras 24 horas del ciclo, se decide como estrategia para continuar operando los reactores y aumentar la carga orgánica, reducir el tiempo total de ciclo de 48 a 24 horas para el reactor anaerobio y a 9,5 horas para el reactor aerobio/anóxico. Ambos reactores continuaron con elevados niveles de remoción de DQO soluble: 78,39% en el anaerobio y 97,79% en el aerobio. Sin embargo, se observó que al comenzar la etapa anóxica (luego de 4 horas de operación aerobia) en el SBR aerobio/anóxico los niveles de DQO soluble eran considerablemente bajos (400-500 mg DQO/L) como para continuar con la desnitrificación de manera efectiva, por lo que se decidió aumentar la DQO del influente.



Universidad
Nacional
Villa María



Palabras clave: efluentes, agroindustria, tratamiento biológico, SBR.



CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA PARA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DEL BIOETANOL A BASE DE MAÍZ

Sanmillán Marina¹, Badin Francisco¹, Galván María Jose¹, Cagnolo Mara¹, Degano Salvador¹, Becker Analia¹, Manno Roberto¹ y Acevedo Diego².

¹ Centro de Investigaciones y Transferencia de Villa María (CIT-VM), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Villa María, Villa María, Argentina. mgalvan@unvm.edu.ar

² Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados (IITEMA), Facultad de Ingeniería-UNRC, Dpto. de Tecnología Química), Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba, Argentina. secyt@rec.unrc.edu.ar

Los efluentes presentan un gran problema para el medio ambiente, ya que su composición es muy variable, el mismo proviene de distintos tipos, ya sea domésticos, industriales, entre otros. La composición de los mismos es un factor importante para su tratamiento. El vertido de los efluentes sin un tratamiento adecuado impacta negativamente en los cuerpos receptores. El presente estudio se desarrolla en base a la planta de tratamiento de efluentes situada en la ciudad de Villa Nueva, provincia de Córdoba. El objetivo general del trabajo es relevar y diagnosticar mediante análisis y trabajo a campo los parámetros de eficiencia como son, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, temperatura, pH, contenido de nutrientes (nitrógeno [N] y fósforo [P]), conductividad eléctrica, dureza, entre otros, para proponer mejoras y ampliaciones de procesos dentro de la planta. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos a través de los análisis y realizado una comparación con la normativa se observa que algunos parámetros se encuentran dentro del límite permitidos y otros exceden dicho límite. Se proponen algunas proyecciones y mejoras para esta planta de tratamiento de efluentes, ya que posee diferentes oportunidades y posibilidades para su expansión y mejora.

Palabras clave: Efluentes; Sistemas de tratamiento; Materia orgánica.



BIOAUMENTO CON *Paenarthrobacter ureafaciens* AAC22 PARA LA ATENUACIÓN DE ATRAZINA Y CAMBIOS EN LA COMUNIDAD BACTERIANA EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DE CÓRDOBA, ARGENTINA

Urseler Noelia¹, Bachetti Romina¹, Mlewski Estela Cecilia², Las Peñas Maria Laura², Morgante Verónica³, Agostini Elizabeth⁴, Morgante Carolina¹

1. Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agro-Alimentaria y Biotecnológica, IMITAB, CONICET-Universidad Nacional de Villa María, Villa María, Córdoba, Argentina.
2. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, FCEFyN, CONICET Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
3. Centro de Investigación en Recursos Naturales y Sustentabilidad, CIRENYS, Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago de Chile, Chile.
4. Instituto de Biotecnología Ambiental y Salud, INBIAS, CONICET-Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

cmorgante@unvm.edu.ar

La biorremediación es una herramienta importante para la eliminación de plaguicidas persistentes. La atrazina (AT) es un herbicida s-triazina ampliamente utilizado en Córdoba (Argentina) para el control de malezas en maíz y sorgo, con alta persistencia y movilidad ambiental. *Paenarthrobacter ureafaciens* AAC22 (número de acceso en GenBank: KT591504) es una cepa aislada de agua superficial contaminada y eficiente degradadora de AT. Los objetivos de este trabajo fueron: i) estudiar el potencial de AAC22 en la eliminación de AT de aguas subterráneas de la región centro-sur de Córdoba; ii) comparar la degradación de AT bajo bioaumentación con AAC22 frente a condiciones de atenuación natural; iii) analizar la estructura y diversidad de las comunidades microbianas autóctonas de aguas subterráneas de ambientes acuáticos contaminados. Se realizaron ensayos en microcosmos de agua subterránea (acuífero freático) con historial de detección de AT. Se establecieron dos tratamientos con sus respectivos controles (por triplicado): A) agua + AT + AAC22; B) agua + AT (control no inoculado); C) agua + AAC22; D) agua estéril + AT (control abiótico). Los microcosmos (1500 mL) se suplementaron con AT (10 µg/mL) y se inocularon con AAC22 (1×10^5 UFC/mL) dependiendo del tratamiento. Los parámetros evaluados fueron: 1) concentración residual de AT mediante cromatografía capilar electrocinética micelar; 2) estimación de microorganismos degradadores de atrazina (MDA) mediante número más probable (NMP) utilizando el indicador respiratorio TTC, y 3) caracterización de comunidades microbianas presentes en el agua subterránea mediante hibridación fluorescente *in situ* (FISH). Los resultados mostraron una marcada disminución de la concentración de AT en el tratamiento A (91%) después de 12 h de ensayo (vida media atrazina = 7,7 h) y la eliminación total (100%) después de 24 h. Sin embargo, en el control no inoculado (B) y en el control abiótico (D) la concentración de AT se mantuvo constante hasta los 29 días de ensayo, demostrando que los microorganismos nativos no



serían eficientes en la biodegradación del herbicida en el acuífero con antecedentes de contaminación. Por lo tanto, la biorremediación con AAC22 es exitosa para la eliminación de AT en microcosmos de agua subterránea. En los microcosmos inoculados (A y C), se registró un incremento significativo ($p < 0,05$) de los MDA a las 24 h de ensayo, manteniéndose constante hasta los 29 días. Estos resultados demuestran la capacidad de supervivencia de AAC22 en el agua subterránea durante el período evaluado. Estudios posteriores serán necesarios para determinar la capacidad de AAC22 de continuar degradando AT en el ambiente remediado. El bioaumentación con AAC22 mostró una ligera disminución en la abundancia de los dominios Bacteria y Archaea, y afectó levemente la estructura de los filos *Betaproteobacteria*, *Gammaproteobacteria* y *Alphaproteobacteria*, posiblemente debido a la competencia de las bacterias por nutrientes, consiguiendo recuperarse con el tiempo e indicando cierta autorregulación de estas comunidades en este sistema. Los resultados obtenidos revelan la complejidad de las interacciones entre el ambiente, los microorganismos nativos y la cepa inoculada.

Palabras clave: Agua subterránea; biorremediación; atrazina; estructura de la comunidad.



E. Diseño, consumo y producción sustentable

E.1. BRÖTAR: KIT DE CULTIVO HIDROPÓNICO.

E.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ENSILAJE DE FORRAJES NO CONVENCIONALES: CROTALARIA (*Crotalaria juncea* L.) y KENAF (*Hibiscus cannabinus* L. cv. Endora).

E.3. MATERIALES BIOPOLIMÉRICOS SOSTENIBLES EMPLEANDO LIGNINA.

E.4. EMPLEO DE DESECHOS AGROINDUSTRIALES EN LA PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES EN SANTIAGODEL ESTERO (*Pleurotus spp.*).

E.5. UTILIZACIÓN DEL TIMOL Y CARVACROL SOBRE CEPAS BACTERIANAS MULTIRESISTENTES PROCEDENTES DE AISLAMIENTOS CLÍNICOS.



BRÖTAR: KIT DE CULTIVO HIDROPÓNICO

Graneros Brenda, Diaz Maximiliano

Brenda Graneros: Diseñadora industrial en Axion Lift (San Francisco Córdoba)
granerosbren@gmail.com

Maximiliano Diaz: Docente universitario en CRES-UNVM y diseñador industrial independiente (San Francisco Córdoba).

di.maximilianodiaz@gmail.com

El kit de cultivo Brötär, desarrollado por Brenda Granero y Maximiliano Diaz en el marco del trabajo final integrador de la carrera de Diseño industrial, permite obtener hortalizas y brotes orgánicos para consumo desde la comodidad del hogar, sin necesidad de tierra o luz solar; libre de fertilizantes y pesticidas.

El consumo de hortalizas hidropónicas y la experimentación con sistemas de cultivo en solución líquida son, en la actualidad, una tendencia en auge a nivel mundial. Aprovechando este aumento en el interés y que en el estado del arte a nivel global se encuentran escasos desarrollos de sistemas que contemplen los tiempos y ritmos de vida de las personas de hoy en día, se toma como objetivo de investigación y desarrollo, obtener un producto que cubra efectivamente las múltiples condiciones de los cultivos, adaptándose a los hábitos diarios de los usuarios cultivadores. Se detectó que la oportunidad de mejora en la usabilidad del producto, está intrínsecamente relacionadas con el reducido tiempo y atención que los cultivadores ofrecen a los sistemas de cultivo, esto junto a la inexperiencia y falta de buenos resultados en el corto plazo, generan frustración y deserción de los mismos de la actividad. Lograr la mejor experiencia de cultivo en el interior de un hogar mediante las técnicas hidropónicas, sin modificar o alterar las rutinas diarias de los usuarios fue el objetivo de este proyecto académico.

El kit está compuesto por; Una capsula de que provee un micro clima ideal para germinar brotes y plantines, que además les provee de luz artificial óptima.; Un sistema hidropónico para la maduración controlada de hortalizas de hoja y fruto.

El usuario es asistido en toda la experiencia desde una aplicación móvil que lo guiará en todo el proceso de la misma; pudiendo controlar y monitorear en tiempo real el PH y la conductividad eléctrica de la solución nutritiva, saber cuántas horas de luz artificial recibieron sus hortalizas, nivel de líquido que posee el sistema

El resultado final es un producto que brinda una experiencia de cultivo innovadora que conecta los nuevos avances tecnológicos, con el actual auge de la cultura digital. Dentro de sí también propone un cambio de paradigma en los hábitos de consumo de hortalizas, aportado una alternativa más a la producción de alimentos en casa.

Palabras clave: cultivo de interior asistido; aplicaciones móviles; seguimiento en tiempo real; Aplicación de tecnología IOT en cultivos.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ENSILAJE DE FORRAJES NO CONVENCIONALES: CROTALARIA (*Crotalaria juncea* L.) y KENAF (*Hibiscus cannabinus* L. cv. Endora)

Misiunas, S.^{1,3}, Steinberg, M.¹, Cazón, S.^{1,2}, Jovtis, M. L.¹, Marchisio, A.¹, Caseres, L.⁴, Minuzzi, P.¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), Universidad Nacional de Córdoba (UNC). ²Ceprocor. Santa María de Punilla, Córdoba, ³Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María, ⁴Actividad Privada. misiunas@agro.unc.edu.ar

Los sistemas de producción caprina de nuestro país son de subsistencia y carecen de tecnología e instalaciones adecuadas. En Invierno se produce un déficit de forraje que plantea un desafío importante para la producción, donde la suplementación es limitada. Para abordar este problema, se propone el uso de forrajes no convencionales como la Crotalaria y el Kenaf en forma de ensilaje. El objetivo de este estudio fue evaluar la composición química del ensilaje de Kenaf y Crotalaria como una alternativa para mitigar el déficit forrajero en estos sistemas productivos. El estudio se realizó en el área experimental del Campo Escuela de la FCA-UNC, ubicado en Camino a Capilla de los Remedios Km 15,5; 31° 28 49,42" S y 64° 00 36,04" O. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones con dos especies: Crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) y Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L. cv. Endora). La siembra se realizó en noviembre de 2020 con una densidad de 16 semillas/m lineal en surcos distanciados a 35 cm. A los 120 días se realizó el corte y picado del material sin pre-oreo y en estadio fenológico de floración avanzada. Se confeccionaron microsilos en tubos de PVC con una densidad promedio de 595 kgMV/m³ para Crotalaria y 660 kgMV/m³ para Kenaf. Al año siguiente se evaluaron los porcentajes de materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), cenizas, digestibilidad de MS (DMS) y pH. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Forrajes (LECaF) de la FCA-UNC. Se realizó un ANAVA bajo un modelo lineal simple y se aplicó la prueba LSD Fisher ($p < 0.05$) para comparar las medias. No se observaron diferencias en los valores de PB y cenizas entre ambos cultivos, pero sí hubo diferencias en FDN, FDA, pH y DMS, siendo mayor el aporte de fibra en el silo de Crotalaria. Los resultados obtenidos para el cultivo de Crotalaria fueron; 25.44 % MS, 8.21 % PB, 68.22 % FDN, 55.65 % FDA, 7.82 % Cenizas, 45.55 % DMS y un pH de 5.20. Para Kenaf; 18.92 % MS, 7.28 % PB, 50.48 % FDN, 39.97% FDA, 7.62% Cenizas, 57.76 % DMS y un pH de 4.81. En este estudio, se observó que los valores de pH no fueron lo adecuados y por eso los materiales no se conservaron y estabilizaron adecuadamente. Los porcentajes de pH, PB y DMS del forraje conservado no alcanzaron los niveles óptimos. Estos resultados pueden atribuirse, en parte, al bajo porcentaje de MS debido a la falta de pre-oreo, así como al avanzado estado fenológico de las plantas en el momento en que se realizaron del corte y picado del material.

Palabras clave: Composición Química, Silaje, Crotalaria, Kenaf.

MATERIALES BIOPOLIMÉRICOS SOSTENIBLES EMPLEANDO LIGNINA

Martínez María Victoria¹, Mauricio Crivelli, Barbero Cesar¹ y Yslas E. Ines¹

¹ Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados (IITEMA), Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, 5800, Argentina.

mvmartinez@ing.unrc.edu.ar

La lignina está siendo considerada como una de las materias primas de origen renovable más prometedoras dado su abundancia como subproducto en la industria papelera y recientemente como subproducto en la producción de bioetanol de segunda generación, que se obtiene a partir de residuos agrícolas lignocelulósicos. En la mayoría de estas industrias, la lignina se usa como fuente de combustible para autoabastecer los requerimientos energéticos internos ó se descartada como desecho, y solo entre el 2-4 % de la lignina producida se reutiliza para la generación de productos de valor agregado. En este trabajo se propone contribuir a un mejor aprovechamiento de la lignina y un uso más eficiente de este recurso, mediante la obtención de materiales biopoliméricos entrecruzados.

Sintetizar materiales biopoliméricos a partir de lignina (LG) y polivinilalcohol (PVA) entrecruzados con ácido cítrico (PVA-LG). Caracterización físico-química

Para la síntesis se usa lignina de origen comercial (Aldrich). Posteriormente, en una segunda etapa, se hará la extracción de lignina desde el bagazo de la caña de azúcar.

El biomaterial se obtiene a partir de una reacción de esterificación entre los grupos hidroxilos (OH) presentes en PVA y LG y los grupos funcionales ácidos presentes en el ácido cítrico (AC), permitiendo así el entrecruzamiento químico de las cadenas de polímeros, y por consiguiente una estructura tridimensional. Se sintetizaron 5 materiales con diferentes: 10%PVA-10%AC, 10%PVA-6.6%LG7%AC, 10%PVA-6.6%LG10%AC, 10%PVA-6.6%LG20%AC y 10%PVA-10%LG20%AC. Experimentalmente, la síntesis consiste en disolver una cantidad específica de PVA ó PVA/LG en medio alcalino (Na(OH) al 2% P/V) y luego calentar hasta 80 °C bajo agitación hasta disolución total. Posteriormente se añade AC y se deja reaccionar 30 min. El último paso consiste en una etapa de curado a una temperatura de 120 °C durante 2 horas. El material final se lava 2 veces con agua destilada para remover el exceso de material no unido químicamente y se seca en estufa a 40 °C.

Mediante gravimetría, en un total de 2 lavados, se determinó una pérdida de lignina del 40-42% en el agua de lavado. Además se realizó la caracterización por microscopia electrónica de barrido la cual mostró que el material 10%PVA-10%AC tiene la estructura más compacta y la menor capacidad para retener agua (%Sw=(mseco-mhúmedo)/mseco*100=56.2%), en cambio, los materiales sintetizados con igual cantidad de LG y cantidades creciente de AC muestran mayor retención de agua (%Sw>350%). Esto último puede justificarse en base a una estructura más irregular, con micro y macroporos. Además, se observa que el material sintetizado con el porcentaje más alto de lignina, 10%PVA-10%LG20%AC, presenta agregados sobre la superficie indicando el exceso de lignina.

Es posible obtener un material con un contenido de lignina superior al 25% (en peso). La incorporación de lignina dentro de la matriz de PVA modifica la morfología obteniéndose un material con una estructura menos compacta, identificándose micro y macro poros. Además, se logra una mayor incorporación de agua, lo cual amplía considerablemente el campo de aplicaciones tecnológicas en el cual pueden ser usados.

Palabras clave: biopolímeros, lignina, recursos renovables

EMPLEO DE DESECHOS AGROINDUSTRIALES EN LA PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES EN SANTIAGODEL ESTERO (*Pleurotus spp.*)

Pena-Ausar Joaquín¹, Saín Pablo¹, Gutiérrez Diego^{1,2}, Farías Mariana^{1,2} y Rodríguez Silvia^{1,2}

¹Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICyTA). Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero. RN 9, Km 1125, 4206 Santiago del Estero, Argentina.

²Centro de Investigación en Biofísica Aplicada y Alimentos (CONICET-UNSE). RN 9, Km 1125, 4206 Santiago del Estero, Argentina. silviadepece@gmail.com

Los gobiernos, sociedades y empresas deben reinventarse para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que las Naciones Unidas planteó para 2030. Por lo tanto, es preciso cambiar los modelos de producción y de negocios, para incrementar el desarrollo económico, el cuidado ambiental y el bienestar social. El incremento de la producción mundial de alimentos no ha resultado eficiente en seguridad alimentaria ni en la eliminación del hambre. Peor aún, en las décadas venideras la población mundial acelerará su crecimiento llegando a más de 9000 millones de habitantes para 2050 y se precisará una duplicación de la producción de alimentos en todo el mundo. De esta manera la producción sustentable de alimentos se ha convertido hoy en un serio reto para la humanidad. En ese contexto, la producción de hongos comestibles se presenta como una alternativa viable. Más aún si se emplea biomasa proveniente de desechos agroindustriales como sustrato. Por lo tanto, se busca, como objetivos principales: Desarrollar y optimizar el proceso de producción de hongos comestibles a partir de desechos agroindustriales locales (cascarilla de algodón). Evaluar la factibilidad técnico-económica del proyecto para su transferencia a productores de la provincia.

Se utilizó una cepa de *Pleurotus spp* obtenida por clonación de tejido de cuerpo fructífero cosechado de un bloque de cultivo adquirido del emprendimiento “La Lucita”. El inóculo consistió en grano de avena y sorgo colonizado por la cepa.

Se evaluó cascarilla de algodón, desecho de la industria de algodón en la provincia, como sustrato para la producción de cuerpos fructíferos de la cepa de *Pleurotus spp*. La evaluación se llevó a cabo mediante el estudio de los siguientes parámetros: Tasa de contaminación: Se registró la proporción de bloques de cultivo contaminados sobre el total inoculado. Velocidad de colonización de sustrato: Tiempo (en días) para colonización total del sustrato (pasaje a etapa de fructificación). Rendimiento en términos de [biomasa (kg de cuerpos fructíferos)/sustrato(kg de sustrato seco)]. En base a los resultados preliminares se determinó que el empleo del sustrato estudiado es adecuado para la producción eficiente de los mismos.

Palabras clave: *Pleurotus*, Producción sustentable, Rendimiento de biomasa, Desechos agroindustriales.

UTILIZACIÓN DEL TIMOL Y CARVACROL SOBRE CEPAS BACTERIANAS MULTIRRESISTENTES PROCEDENTES DE AISLAMIENTOS CLÍNICOS

Manzanelli FA¹, Vallejo MG^{2,3}, Ravetti S^{1,4}, Aimaretto CBR^{4,5}
E-mail: manzanellifa@unvm.edu.ar

¹Centro de Investigación y Transferencia Villa María (CIT VM), Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Argentina. ²Departamento de Ciencias Farmacéuticas de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. ³Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV-CONICET), Córdoba, Argentina. ⁴Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de Villa María, Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Argentina. ⁵Hospital Regional Pasteur, Buchardo y Larrabure, Villa María, Argentina.

El incremento progresivo de la resistencia antimicrobiana a nivel global ha impulsado la búsqueda de nuevas terapias antimicrobianas como alternativas al uso de antibióticos o en combinación de ellos. Se estima que para el año 2050 podrían producirse un gran número de muertes debido a la resistencia a los antimicrobianos. En 2017, la Organización Mundial de la Salud publicó una lista de patógenos prioritarios que requieren especial atención debido a su alta resistencia. Dentro de los patógenos mencionados se encuentran las enterobacterias, una familia de bacterias gramnegativas que comprende más de 30 géneros, incluyendo *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli* productoras de β -lactamasas de espectro extendido y carbapenemasas, representan un alto riesgo debido a su gran resistencia a los antibióticos de última generación (cefalosporinas de tercera generación y carbapenémicos). Por esta razón, resulta fundamental la búsqueda de terapias efectivas capaces de abordar esta problemática. Dentro de las alternativas de compuestos de origen natural, se encuentran los aceites esenciales. El interés por los aceites esenciales ha aumentado notablemente por sus propiedades reconocidas como bactericidas, fungicidas y antioxidantes, adquiriendo gran relevancia en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria. Los aceites esenciales son obtenidos como productos de destilación y están constituidos por mezclas de sustancias químicas biosintetizadas por las plantas. La mayoría de ellos, debido a su gran lipofiliidad, son capaces de atravesar membranas de manera muy eficiente. El timol y el carvacrol son compuestos fenólicos presentes en aceites esenciales de plantas consideradas medicinales tales como el tomillo y el orégano. Se ha demostrado que el timol y carvacrol presentan actividades antimicrobianas reconocidas.

Las cepas bacterianas ensayadas fueron *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli*, aisladas de hemocultivo y urocultivo, respectivamente. En el presente estudio, se evaluó la actividad antibacteriana del timol y carvacrol sobre cepas de aislamientos de relevancia clínica multirresistentes. En una primera etapa, se siguió el protocolo de la CLSI de susceptibilidad antimicrobiana por difusión en agar frente a cepas clínicas. Dichas cepas fueron incubadas a 37°C por 24 horas produciendo diferentes diámetros de inhibición. En una segunda etapa, se evaluó la concentración inhibitoria mínima (CIM) y la concentración bactericida mínima (CBM) a través del método de microdilución. Finalmente, se realizaron las curvas de letalidad con sus respectivos controles. Todos los ensayos fueron realizados por triplicado.

Las CIM/CBM para timol y carvacrol fueron de 0,5/1,0 mg/ml y 0,12/0,25 mg/ml, respectivamente. Las curvas de cinética bacteriana indicaron que los compuestos estudiados podrían generar efectos bactericidas luego de 1 hora de incubación en una concentración de 1 mg/ml para ambas cepas.

Los resultados obtenidos en este trabajo revelan una marcada actividad sobre bacterias gram negativas multirresistentes. El timol y el carvacrol, debido a su actividad



Universidad
Nacional
Villa María



antimicrobiana, podrían considerarse como posibles alternativas o agentes complementarios a los tratamientos antimicrobianos existentes.

Palabras clave: Aceites esenciales. Actividad biológica. Resistencia antimicrobiana.

TRABAJOS COMPLETOS



CO-ENCAPSULACIÓN DE PÉPTIDOS BIOACTIVOS Y BACTERIAS POTENCIALMENTE PROBIÓTICAS EN BIOPOLÍMEROS COMESTIBLE.

Bettiol, Marina¹, Centomo, Antonella María¹; Díaz Vergara, Ladislao¹; Rossi, Yanina¹ y Montenegro, Mariana¹.

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB-CONICET), Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba, Argentina.
mamontenegro@conicet.gov.ar

Resumen

El interés de la industria alimentaria en el desarrollo de productos funcionales que otorguen beneficios sobre la salud de los consumidores ha aumentado; dentro de este campo se encuentran los alimentos con antioxidantes y probióticos, los cuales presentan el desafío de asegurar la viabilidad y actividad de los bioactivos. La microencapsulación resulta una alternativa para preservar la viabilidad y la bioactividad durante el almacenamiento y paso por el tracto gastrointestinal (TGI). Por ello el objetivo del presente trabajo fue la microencapsulación de 3 cepas de bacterias ácido-lácticas nativas de lactosuero potencialmente probióticas de *Limosilactobacillus fermentum* (LF) y péptidos antioxidantes generados por hidrólisis de proteína de lactosuero en maltodextrina. Se procedió a co-encapsular las cepas LF (VM16, VM23 y VM30) con péptidos antioxidantes (1 mg/mL) utilizando maltodextrina como material de pared y se secaron, también las cepas LF sin ningún material de pared. Finalizado el proceso, se almacenaron los polvos obtenidos a 4°C y 25°C durante 120 días, realizando muestreos a diferentes tiempos (0, 45, 90, 120 días); a dichos tiempos se evaluó la viabilidad de las bacterias expresada como log de UFC/g y, a la muestra al t_0 se le evaluó, también, la resistencia al paso por el tracto gastrointestinal (RGI). La viabilidad inicial para las tres cepas libres y microencapsulada fue entre 7,91 y 9,38 log UFC/g. A los 120 días de almacenamiento las cepas libres presentaron una disminución considerable de la viabilidad, llegando en algunos casos a la inhibición completa; en tanto que para las cepas co-encapsuladas, solo se observó una reducción en aproximadamente 2,5 log UFC/g. La RGI se evaluó mediante la viabilidad. La viabilidad de todas las cepas disminuyó por el paso por el TGI, siendo la reducción presentada por las cepas libres el doble que la de las cepas co-encapsuladas. En los ensayos realizados pudo observarse que la temperatura de almacenamiento influye en la calidad de los polvos, a mayor temperatura mayor daño; por otro lado, se observó que la co-encapsulación ejerció un efecto protector durante el almacenamiento y mejoró la RGI. De este modo podemos concluir que la co-encapsulación mejora la conservación y protege la bioactividad de los ingredientes funcionales encapsulados; encontrándose también evidencia de sinergia entre los péptidos y las cepas de LF.

Palabras clave: encapsulación, péptidos, probióticas, antioxidante.



1. Introducción

Las tecnologías de microencapsulación contribuyen a la conservación de ingredientes biológicamente activos, como péptidos bioactivos (PB) y potenciales microorganismos probióticos (PMP), en sistemas alimentarios, brindándoles protección durante el procesamiento y durante el tránsito gastrointestinal; permitiendo lograr altas tasas de supervivencia de las PMP (Gomez-Mascaraque y col., 2016) para que puedan brindar los beneficios esperados en la salud (Bernucci y col., 2017). Un método muy utilizado para microencapsular es el secado por aspersion, debido a costos más bajos, presentando el material de pared un rol importante en la protección de microorganismos y PB; entre dichos materiales pueden encontrarse carbohidratos y proteínas, entre otros (Vanden Braber y col., 2020). El uso de péptidos bioactivos en los alimentos está a la vanguardia de la innovación para la nutrición y se presenta como una fuente eficiente de compuestos bioactivos; sin embargo, los péptidos alimentarios requieren secado por pulverización para convertirse en polvo para otras aplicaciones, y los costos de producción y cambios en las características tecnológicas y organolépticas se presentan como grandes desafíos, dichos cambios pueden evitarse o suavizarse mediante la protección con materiales de pared (Wang y col., 2020); además, los probióticos “son microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren un beneficio para la salud del huésped” (ISAPP, 2013), por ello en los últimos años se ha estudiado la forma de adicionar estos microorganismos a diferentes matrices alimentarias como por ejemplo los productos lácteos, los cuales son considerados los portadores más adecuados de probióticos. En dichos alimentos la concentración de estos microorganismos debe ser superior a $10^6 - 10^7$ UFC/g, entonces, para garantizar esa concentración en el producto final la industria debe proteger a los probióticos de factores internos y externos, como alta presión osmótica, temperaturas desfavorables, ácidos, etc., que pueden afectar su viabilidad durante la elaboración, almacenamiento y/o consumo del alimento (Maleki y col., 2020; Sekhavatizadeh y col., 2023). Por todo esto, la co-encapsulación de bacterias probióticas con agentes bioactivos tiene aplicaciones prometedoras en la industria alimentaria debido a su estabilidad, bajo costo y conveniencia para aplicaciones multipropósitos en productos alimentarios (Pandey y col., 2021).

2. Materiales y Métodos

Co-encapsulación de PB y PMP: El secado y microencapsulación de PB y PMP se llevó a cabo siguiendo los lineamientos de Vanden Braber y col. (2020), con modificaciones. Se secaron por aspersión los PMP sin material de pared (libres) y luego usando como material de pared maltodextrina al 16% (m/v). En la Tabla 1 se muestran las condiciones de co-encapsulación particulares para cada PMP.

Tabla 1. Condiciones Singulares de Co-encapsulación para las PMP

Cepa	Variable	Sin material de pared y sin péptidos	Maltodextrina al 16% m/v y 1 mg/mL de péptidos
VM16	Sólidos Totales (%)	2,08	15,29
	Temperatura de Salida (°C)	65	65
VM23	Sólidos Totales (%)	2,97	23,52
	Temperatura de Salida (°C)	63	60
VM30	Sólidos Totales (%)	2,67	14,83
	Temperatura de Salida (°C)	63	60

Recuento de PMP: Se trabajó de acuerdo a la metodología descrita por Escobar-Ramírez y col. (2020), realizando el recuento de PMP, pre y post microencapsulación, mediante la técnica de recuento por microgota utilizando el medio Man, Rogosa and Sharpe (MRS). En el caso de la muestra antes de la microencapsulación, el muestreo se realizó sobre la solución de secado donde los PMP se encontraban sin material de pared y sobre la que contenía, además de los PMP, PB y maltodextrina; la siembra se realizó a partir de diluciones, realizadas en solución de Buffer PBS (pH 7,4), consecutivas de la muestra comprendidas en el orden de 1×10^{-1} a 1×10^{-6} en Agar MRS, incubando a 37°C durante 48 h en microaerofilia. En el caso de las muestras microencapsuladas se pesó 0,1 g de polvo y se diluyó en 1mL de Buffer PBS (pH 7,4), realizando la siembra e incubación de igual manera a lo descrito para las muestras previas al secado.

Pasaje por el Tracto Gastrointestinal Simulado: Se siguió el protocolo para simulación *in vitro* estática INFOGEST de digestión gastrointestinal de alimentos con modificaciones con base en Brodkorb y col. (2019). Se tomaron muestras para realizar el recuento de PMP viables mediante la técnica mencionada anteriormente, al inicio y en las etapas gástrica e intestinal.

Viabilidad en el Tiempo: Se determinó siguiendo lo descrito por Escobar-Ramírez y col. (2020) y detallado anteriormente para el recuento de PMP en muestras

microencapsuladas; las mismas, luego del secado se almacenaron a 4 y 25°C y la determinación de viabilidad se realizó a los tiempos 0 y 120 días.

Análisis Estadístico: Todos los experimentos se realizaron por triplicado y los datos se presentan como la media \pm desviación estándar. Los resultados se comprobaron mediante ANOVA y prueba de Fisher Utilizando InfoStat 2014/e (Grupo InfoStat, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

3. Resultados y Discusión

Viabilidad de los PMP - Tiempo y Temperatura de Almacenamiento:

Los microencapsulados obtenidos se sometieron a diferentes condiciones de almacenamiento para estudiar el efecto de las mismas sobre la viabilidad de los PMP. Se puede observar en la Tabla 2 que la co-encapsulación protegió a las cepas durante el almacenamiento refrigerado y que las PMP a 4°C que se encontraban libres presentaron una marcada disminución en su recuento, llegando a no evidenciarse crecimiento en la cepa libre VM16; esto demuestra que la encapsulación fue eficiente debido a que si bien en las cepas co-encapsuladas se observa una disminución en la viabilidad, esta no es tan marcada como en el caso de las PMP libres. Con respecto a las cepas almacenadas a 25°C, las dos muestras llegaron a evidenciar una pérdida de la viabilidad total; sin embargo, este ensayo nos muestra que tanto la cepa VM16 como la VM30 presentan una resistencia intrínseca, ya que a pesar de que se encuentran almacenadas a temperatura ambiente mostraron desarrollo a los 120 días. Los resultados obtenidos son coherentes con lo informado por Alvarez y col. (2022), quienes estudiaron la viabilidad de *Lactobacillus rhamnosus* después de ocho semanas de almacenamiento a 4°C y pudieron observar los beneficios de la co-encapsulación con diversos materiales de pared para la protección de microorganismos.

El contenido de bacterias probióticas debe encontrarse por encima 1×10^6 UFC/g durante la producción, almacenamiento y consumo de los alimentos (Alvarez y col., 2022), las cepas tres cepas almacenadas a 4°C, mantienen valores de viabilidad celular mayores a 1×10^6 UFC/g; en el almacenamiento a 25°C la viabilidad de las cepas disminuye, encontrándose por debajo del valor mínimo recomendado; este comportamiento puede deberse a competencia con otros organismos vivos (Alvarez y col., 2022) y/o que la mayor temperatura haya provocado estrés osmótico, térmico y/u oxidativo, agravado por el daño durante el proceso de secado a las paredes celulares y ADN (Jiang y col., 2020). Esto

confirma la importancia de la temperatura de almacenamiento como factor determinante de la viabilidad celular (Rajam y col., 2015b).

Tabla 1. Viabilidad de los PMP encapsuladas en el almacenamiento

Cápsula	4°C		25°C	
	0 días	120 días	0 días	120 días
Libre – VM16	8,60 ± 0,18 ^a	No detectable	8,60 ± 0,18 ^a	No detectable
Co-encapsulada	8,68 ± 0,18 ^a	7,19 ± 0,21 ^b	8,68 ± 0,18 ^a	5,80 ± 0,29 ^b
Libre – VM23	9,13 ± 0,06 ^a	5,72 ± 0,20 ^b	9,13 ± 0,06 ^a	No detectable
Co-encapsulada	9,93 ± 0,20 ^a	7,46 ± 0,12 ^b	9,93 ± 0,20 ^a	No detectable
Libre – VM30	7,91 ± 0,20 ^a	6,47 ± 0,07 ^b	7,91 ± 0,20 ^a	No detectable
Co-encapsulada	8,82 ± 0,15 ^a	6,73 ± 0,20 ^b	8,82 ± 0,15 ^a	5,42 ± 0,13 ^b

Igual superíndice en la misma muestra indica que no hay diferencia estadística significativa ($p > 0,05$). Los resultados se muestran como la media ± DS para $n=3$.

Resistencia al Pasaje por el Tracto Gastrointestinal Simulado:

La viabilidad de la cepa VM16 (Fig. 1 a) libre disminuyó significativamente en la primera hora de exposición a la solución gástrica para luego mantenerse en el tiempo; previamente se demostró que esta cepa se caracteriza por una buena tolerancia al paso por el tracto gastrointestinal, por lo cual este resultado puede indicar que el estrés térmico ha disminuido su resistencia. La misma cepa encapsulada en maltodextrina también presenta una disminución importante de su viabilidad, situándose también por debajo del límite mínimo necesario detallado anteriormente; la encapsulación con maltodextrina y PB parece ejercer una actividad protectora, logrando recuentos superiores a 1×10^6 UFC/g.

La cepa VM023 (Fig. 1 b) presenta, en todos los casos, una disminución de la viabilidad en el tiempo, siendo más abrupta para la cepa libre que llega a valores por debajo de 1×10^6 UFC/g, logrando con la encapsulación en maltodextrina y maltodextrina + PB mantener valores superiores a 1×10^6 UFC/g.

La cepa VM30 (Fig. 1 c) presenta un comportamiento similar a la cepa VM23, pero la disminución de la viabilidad es menos marcada y en todos los casos al final de la etapa intestinal el recuento es superior a 1×10^6 UFC/g, siendo esto consistente con resultados anteriormente obtenidos para la caracterización de la cepa y poniendo en evidencia que se trata de una cepa con buena termoresistencia. La viabilidad de esta cepa al igual que las anteriores es favorecida por la combinación de maltodextrina y PB.

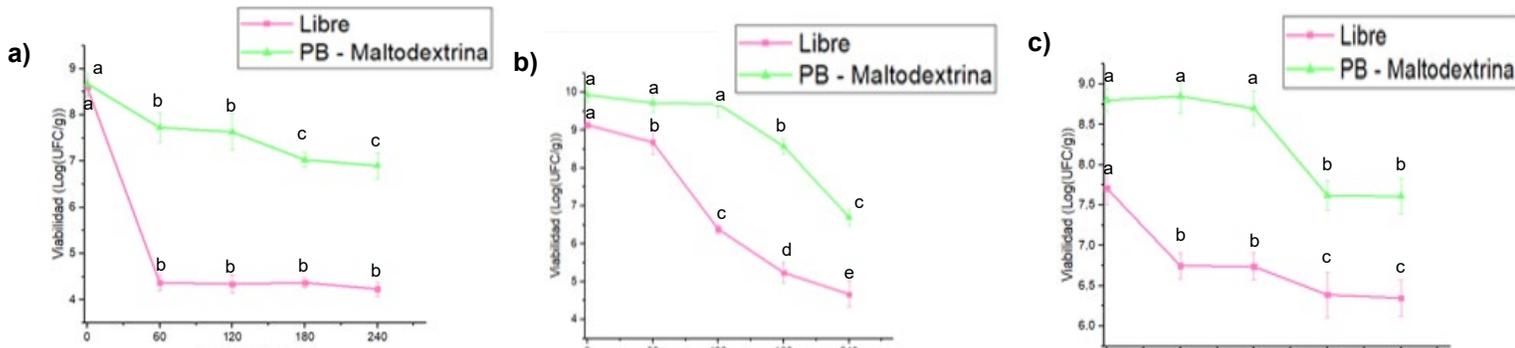


Figura 1: Viabilidad de los PMP luego del paso por el tracto gastrointestinal simulado: a) cepa VM16; b) cepa VM23; c) cepa VM 30. Igual superíndice en la misma muestra indica que no hay diferencia estadística significativa ($p > 0,05$). Los resultados se muestran como la media \pm DS para $n=3$.

Los resultados obtenidos son coincidentes con los reportados por Rodklongtan y col. (2021) cuyo estudio mostró que el uso de la lignina como agente complejante para WPI en la microencapsulación de *Lactobacillus reuteri* KUB-AC5 protegía al mismo frente a la exposición a fluidos intestinales simulados disminuyendo la pérdida de viabilidad en comparación con la cepa libre, y con los obtenidos por Alvarez y col., (2022) que evidenciaron que la pérdida de viabilidad promedio de *L. rhamnosus* sin encapsulación fue de 5,25 logs UFC/g después de 2 h de jugo intestinal simulado, en tanto que la pérdida de viabilidad de los probióticos microencapsulados (en diversos materiales de pared) fue menor (de 2,65 a 4,50 logs UFC/g); para el caso del presente trabajo, el haber co-encapsulado los PMP con PB pudo haber mejorado la protección debido a la posibilidad de que la menor presencia de grupos polares mantenga el efecto ácido del sistema gastrointestinal fuera del núcleo de la microcápsula (Arslan y col., 2015).

4. Conclusiones

En los ensayos realizados pudo observarse que la temperatura de almacenamiento influye en la calidad de los polvos, a mayor temperatura mayor daño; por otro lado, se observó que la co-encapsulación ejerció un efecto protector durante el almacenamiento y mejoró la resistencia al paso gastrointestinal. De este modo se puede concluir que la co-encapsulación mejora la conservación y protege la bioactividad de los ingredientes funcionales encapsulados; encontrándose también, evidencia de sinergia entre los péptidos y las cepas en estudio.

5. Agradecimientos

A la Universidad Nacional de María, al IMITAB, al CONICET y al Ministerio de Ciencia y Tecnología del Gobierno de la Provincia de Córdoba.

6. Bibliografía

- Alvarez y col. (2022). *Microencapsulation of Lactobacillus rhamnosus HN001 by spray drying and its evaluation under gastrointestinal and storage conditions*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112485>
- Arslan y col. (2015). LWT - Food Science and Technology Microencapsulation of probiotic *Saccharomyces cerevisiae* var . *boulardii* with different wall materials by spray drying. *LWT - Food Science and Technology*, 63(1), 685–690. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.034>
- Bernucci y col. (2017). Effect of microencapsulation conditions on the viability and functionality of *Bifidobacterium longum* 51A. *LWT - Food Science and Technology*, 341–347. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.036>
- Brodkorb y col. (2019). INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. *Nature Protocols*. <https://doi.org/10.1038/s41596-018-0119-1>
- Escobar-Ramírez y col. (2020). *Lactobacillus pentosus* ABHEAU-05: An in vitro digestion resistant lactic acid bacterium isolated from a traditional fermented Mexican beverage. *Revista Argentina de Microbiología*, 52(4), 305–314. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2019.10.005>
- Gomez-Mascaraque y col. (2016). Optimization of electro spraying conditions for the microencapsulation of probiotics and evaluation of their resistance during storage and in-vitro digestion. *LWT - Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.071>
- ISAPP. (2013). *La Asociación Científica Internacional de Probióticos y Prebióticos*. <https://isappscience.org/> Consultado el 20 de octubre de 2023.
- Jiang y col. (2020). LWT - Food Science and Technology Comparison of concurrent and mixed- flow spray drying on viability , growth kinetics and bio film formation of *Lactobacillus rhamnosus* GG microencapsulated with fish gelatin and maltodextrin. *LWT - Food Science and Technology*, 124(January), 109200. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109200>
- Maleki y col. (2020). Microencapsulation of *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 in whey protein isolate-crystalline nanocellulose-inulin composite enhanced gastrointestinal survivability. *Lwt*, 126(February), 109224. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109224>
- Pandey, P., & Mishra, H. N. (2021). Co-microencapsulation of γ -aminobutyric acid (GABA) and probiotic bacteria in thermostable and biocompatible exopolysaccharides matrix. *LWT*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110293>
- Rajam, R., & Anandharamakrishnan, C. (2015). Microencapsulation of *Lactobacillus plantarum* (MTCC 5422) with fructooligosaccharide as wall material by spray drying. *Lwt*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.062>
- Rodklongtan y col. (2021). *Whey protein isolate-lignin complexes as encapsulating agents for enhanced survival during spray drying , storage , and in vitro gastrointestinal passage of Lactobacillus reuteri KUB-AC5*. 148(May). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111725>
- Sekhavitazadeh y col. (2023). Physicochemical and sensory properties of probiotic yogurt containing *Lactobacillus plantarum* ATCC 10241 microencapsulated with okra (*Abelmoschus esculentus*) mucilage and sodium alginate. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 30(May), 100364. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2023.100364>
- Vanden Braber y col. (2020). Effect of microencapsulation in whey protein and water-soluble chitosan derivative on the viability of the probiotic *Kluyveromyces marxianus* VM004 during storage and in simulated gastrointestinal conditions. *Lwt*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108844>
- Wang, Y., & Selomulya, C. (2020). Spray drying strategy for encapsulation of bioactive peptide powders for food applications. *Advanced Powder Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.apt.2019.10.034>

ARSÉNICO Y METALES EN AGUA SUPERFICIAL Y SEDIMENTOS DE LA CUENCA MEDIA-BAJA DEL RÍO CTALAMOCHITA, CÓRDOBA

Michelle Biolé¹, Noelia Urseler¹, Fernanda Biolé¹, Julieta Griboff², Magdalena Monferrán², Carolina Morgante¹, Romina Bachetti¹

¹ I.A.P. de Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad Nacional de Villa María. Villa María (CP: 5900), Córdoba, Argentina.

² Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos Córdoba (ICYTAC-CONICET), Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba (CP: 5000), Argentina.

E-mail: mbiole@unvm.edu.ar

Resumen

El agua superficial es uno de los recursos hídricos más importantes de la provincia de Córdoba. El río Ctalamochita en su cuenca media-baja atraviesa importantes centros urbanos como el conglomerado Villa María-Villa Nueva (VM-VN). Por lo tanto, es fundamental evaluar el impacto de las actividades productivas y centros urbanos en la calidad del agua. Los objetivos de este trabajo fueron: i) determinar la presencia de arsénico y metales en agua y sedimentos de la cuenca media-baja del río Ctalamochita; ii) analizar la variación estacional de las concentraciones de estos elementos en dos épocas del año (estación húmeda, EH y seca, ES); iii) evaluar índices de riesgo no cancerígeno: cociente de peligrosidad (HQ) y cociente de peligrosidad total (HI) en agua; y iv) evaluar el índice de geoacumulación (Igeo) en sedimentos. Se recolectaron muestras de agua y sedimentos en 5 sitios en noviembre de 2021 (EH) y junio de 2022 (ES). Se analizaron 8 metales: Ni, Cd, Cr, Pb, Cu, Fe, Mn y Zn; y el metaloide As, utilizando ICP-MS. A partir de las concentraciones obtenidas se calcularon HQ y HI (riesgo químico asociado a la ingesta de contaminantes) e Igeo (presencia e intensidad de la deposición de contaminantes en sedimentos del lecho). Los datos se compararon con la normativa del Consejo Canadiense de Ministerios de Ambiente (CCME) para la protección de la vida acuática (CCME, 2006). Los metales Cr, Mn, Ni y Cd se detectaron en concentraciones inferiores a los límites admitidos por la CCME; mientras que As, Cu, Zn y Pb se detectaron en concentraciones superiores a los mismos, en relación a estos últimos, las concentraciones de estos últimos metales obtenidas en EH y ES fueron: Cu (10,3-26,6 y 5,6-14,5 µg/L); Zn (12- 39,2 y 21,9-243 µg/L); Pb (7-7,4 y 2,8-40,1 µg/L); As (2-3,9 y 1,4-3,3 µg/L), respectivamente. En sedimentos, las concentraciones detectadas fueron inferiores a los límites admitidos por la CCME, exceptuando Fe (EH: 862,5-1628 y ES: 678,6-1708 µg/g) y Mn (EH: 85,3-410 y ES: 115,7-326,5 µg/g). Los valores de HQ y HI en referencia a los elementos evaluados, fueron inferiores a 1 en EH y ES indicando que la exposición a los elementos estudiados no supondría riesgo para la salud de la población local. En referencia a los sedimentos, el Igeo reveló que los metales que presentaron mayores valores fueron Fe, Mn, Zn y Cu, tanto en

la EH como en ES. En general se observó una tendencia creciente de la concentración de Cr, Cd, Pb, Cu, Fe, Mn, Zn y As para agua y de Cr, Cd, Pb, Zn y As en sedimentos, aguas abajo del conglomerado VM-VN. Dichos resultados podrían estar asociados con contaminación de origen natural a partir de las formaciones geológicas, y/o antrópica relacionada con compuestos químicos utilizados en la actividad agrícola, hidrocarburos provenientes de industrias, estaciones de servicio y transporte a partir de rutas o caminos, lixiviado de basurales a cielo abierto, extracción de áridos, entre otros.

Palabras clave: contaminación, índices de riesgo, consumo humano, conglomerado VM-VN.

1. Introducción

En los últimos años, los recursos hídricos han sufrido importantes alteraciones debido a múltiples factores geológicos y antrópicos, contribuyendo a la contaminación física, química y biológica del agua. Esto ha generado la alteración del paisaje, el incremento de sedimentos en los sistemas hídricos, la pérdida de resiliencia de las cuencas hidrográficas y la deforestación de bosques asociados a cuerpos de agua, alterándose las propiedades naturales del agua. Los ríos son sistemas naturales multifuncionales que poseen múltiples redes de drenaje con un elevado grado de heterogeneidad ambiental (Gualderón, 2016).

Debido a su potencial efecto tóxico, persistencia y capacidad de bioacumulación en ecosistemas acuáticos, la presencia de metales y metaloides en recursos hídricos superficiales se ha incrementado a nivel mundial (Griboff y *col*, 2018). Diversos estudios han demostrado la presencia de estos elementos en suelo, agua, plantas y animales, provenientes tanto de fuentes naturales (desgasificación de la corteza terrestre, deposiciones atmosféricas, sedimentos loésicos, entre otros) como antrópicas (quema de combustibles fósiles, vertidos de residuos químicos, descarga de aguas residuales, actividades agrícolas y ganaderas, entre otros) (Dehn y *col*, 2006). Los metales y metaloides que llegan al agua superficial tienden a ser acumulados en los sedimentos, quedando directamente disponibles para la fauna bentónica o liberados a la columna de agua por diferentes vías, aumentando la concentración disuelta en el ambiente y amenazando el ecosistema (Pekey y *col*, 2004). Existen estudios previos que demuestran la presencia de metales y metaloides en diferentes ríos y lagos de la provincia de Córdoba (Monferrán y *col*, 2016a; b; Bertrand y *col*, 2018; Griboff y *col*, 2018). Sin embargo, en la zona de estudio existe escasa información sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del río Ctalamochita, Córdoba. Además, este trabajo se destaca debido a que se pretende estimar índices de calidad a partir de concentraciones de metales y metaloides registrados en agua y sedimentos del río. Esta

información permitirá realizar una evaluación integral del ambiente analizado y determinar posibles soluciones a las problemáticas observadas en dicho estudio.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

La región en estudio comprende un tramo de 30 Km aproximadamente sobre la cuenca media del río Ctalamochita. Se caracteriza por el desarrollo actividades agrícolas, ganaderas, industriales y urbanas, las cuales favorecen la llegada de diferentes contaminantes a los cursos de agua superficiales. En su recorrido por la llanura de Córdoba, el río Ctalamochita atraviesa numerosos centros poblados. Específicamente en su cuenca media-baja, el conglomerado Villa María (VM)-Villa Nueva (VN) constituye el centro poblado más relevante en cuanto al número de habitantes y concentración de actividades productivas. Ambas ciudades se encuentran atravesadas geográfica y socialmente por el río Ctalamochita, ya que un sinnúmero de actividades se concentra en sus márgenes.

Se realizaron dos campañas de monitoreo estacionales (EH: húmeda y ES: seca) obteniendo muestras de aguas superficiales y sedimentos en 5 sitios de muestreo (**Fig. 1**): aguas arriba (AS1: 32°23'28.79"S, 63°24'3.28"O; AS2: 32°25'5.49"S, 63°18'10.03"O), punto intermedio (AS3: 32°24'27"S, 63°14'25"O) y aguas abajo del conglomerado VM-VN (AS4: 32°27'40.38"S, 63°11'32.10"O; AS5: 32°30'42.86"S, 63°6'48.78"O).



Figura 1. Sitios de monitoreo de agua superficial de la cuenca media del río Ctalamochita, Córdoba.

2.2. Caracterización del entorno urbano y productivo de la cuenca media-baja del río Ctalamochita

En su recorrido por la llanura de Córdoba, el río Ctalamochita (río Tercero) atraviesa numerosos centros poblados. Específicamente en su cuenca media-baja, el conglomerado Villa María (VM)-Villa Nueva (VN) constituye el centro poblado más relevante en cuanto al número de habitantes y concentración de actividades productivas. Ambas ciudades se encuentran atravesadas geográfica y socialmente por el río Ctalamochita, ya que un sinnúmero de actividades se concentra en sus márgenes.

2.3. Obtención de muestras

2.3.1. Agua superficial

Se colectó muestras de agua superficial para el análisis fisicoquímico (envases de plástico limpios de 1,5 L), microbiológico (frascos estériles de 250mL) y para detección de metales y metaloides (envases plásticos de 500 mL lavados con HNO₃ al 10% v/v, filtradas y acidificadas con HNO₃ ultra puro).

2.3.2. Sedimentos

En cada sitio se colectó una muestra de sedimento (0-15 cm de profundidad) y se colocó en una bolsa plástica limpia. En el laboratorio se liofilizaron y tamizaron con malla de plástico (63 µm) previamente lavadas con HNO₃ (10% v/v).

2.4. Cuantificación de metales y metaloides en agua

Las muestras de agua superficial se filtraron en membranas de nitrocelulosa (0,22 µm). El sedimento fue digerido según Bertrand *et al.* (2019). En cada matriz se cuantificaron 8 metales: Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Níquel (Ni), Plomo (Pb), y Zinc (Zn); y 1 metaloide: Arsénico (As). El análisis multielemental se determinó mediante espectrómetro de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), serie Thermo-Elemental X7 (Thermo Fisher Scientific, Alemania). Para asegurar la calidad de las mediciones se utilizaron materiales de referencia certificados internacionalmente y/o soluciones con concentraciones conocidas de los elementos (Bertrand *et al.*, 2018).

2.4. Estimación del índice de riesgo no cancerígeno (HI)

El riesgo no cancerígeno para la salud humana relacionado con el consumo de agua se evaluó mediante la estimación del Cociente de riesgo (HQ), calculado como el cociente entre la ingesta diaria crónica (CDI, siglas en inglés) y la dosis oral de referencia (RfD, siglas en inglés). El CDI indica la cantidad de sustancia química ingerida y se calculó mediante la siguiente ecuación (USEPA, 2009; 2010): $CDI = C \times IngR \times EF \times ED / WB \times AT$, donde C es la concentración del metal y metaloide en el agua (µg/L). Teniendo en cuenta lo anterior, el cociente de riesgo (HQ) se calculó mediante la siguiente ecuación: $HQ = CDI / RfD$, donde CDI es la ingesta diaria crónica y RfD

(siglas en inglés) las dosis de referencia diarias. Las RfD utilizadas para calcular los valores de HQ fueron ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$): 9, 3, 140, 10.000, 0,3, 3, 40, 300, 0,3, 5, 600, 5.000, 500, 210 para V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd y Ba, respectivamente (USEPA 1999; 2014). La USEPA no ha proporcionado valores de RfD oral para Al y Pb. Los niveles de ingesta semanal tolerable provisional (PTWI, siglas en inglés) establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1989) y la FAO/OMS se utilizaron en lugar de las RfD para la evaluación del riesgo no cancerígeno. Los valores PTWI utilizados fueron 1000 ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$) para el Al (OMS, 1989) y 3,6 ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$) para el Pb (JECFA, 1993).

El índice de riesgo (HI), que se define como el riesgo total, se obtuvo sumando los HQ de cada elemento y se muestra mediante la siguiente ecuación (USEPA, 2010): $HI = \sum HQ_i$, donde i representa el HQ de cada elemento.

Los cálculos se realizaron para la población general (adultos) (Del Pino y *col*, 2005). Se supone que la población expuesta a metales y metaloides es segura cuando HQ o $HI < 1$.

2.5. Estimación del índice de geoacumulación (Igeo)

El grado de contaminación por metales en los sedimentos se evaluó mediante: $I_{geo} = \log_2 \times (C_n/K_x B_n)$ utilizado para elementos individuales.

3. Resultados y discusión

3.1. Detección de metales y metaloides en agua y sedimentos

Se observó que los elementos Cr, Ni, Fe y Cd se encontraron por debajo del LD sólo en algunos sitios de las estaciones monitoreadas, los mismos se detallan en la **tabla 1**.

En relación a las concentraciones de los elementos analizados en muestras de agua, las tendencias en orden creciente fueron: $Cd < Cr < Fe < Ni < As < Mn < Pb < Cu < Zn$. Los elementos detectados en mayores concentraciones fueron el Sr y el Zn, con medias de 147 $\mu\text{g}/\text{L}$ y 22,3 $\mu\text{g}/\text{L}$ en la EH, respectivamente, y 130 $\mu\text{g}/\text{L}$ y 87,1 $\mu\text{g}/\text{L}$ en la ES, respectivamente. Kumar y *col*. (2019) postularon que estos elementos se asocian a vertidos industriales, aguas residuales y escorrentías superficiales que llegan al recurso hídrico. Dadas las características del entorno socio-productivo descrito previamente, éstas resultarían posibles fuentes de contaminación del río Ctalamochita.

Se observó que las mayores concentraciones de los elementos analizados en muestras de sedimentos, se encontraban en los sitios AS3 y AS4 durante las EH y ES. Estos resultados podrían demostrar el impacto de las actividades urbanas e industriales del conglomerado VM-VN sobre la calidad del río Ctalamochita. A modo específico, la concentración de Fe se encontró por encima de los 1000 $\mu\text{g}/\text{L}$, las de Mn y Zn entre 100 - 1000 $\mu\text{g}/\text{L}$ y las de Cr, Ni, Cu, As, Cd y Pb por debajo de 100 $\mu\text{g}/\text{L}$. Otros estudios realizados en la cuenca del río Ctalamochita arrojaron concentraciones

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para metales y metaloides en agua superficial de la cuenca media del río Ctalamochita. Unidad µg/L.

		Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr	Mo	Ag	Cd	Ba	Hg	Pb	
Estación Húmeda (n=5)	Media	41,9	5,8	0,1	4,0	2,3	<LD	2,5	17,1	22,3	2,5	<LD	1,7	147, 4	1,7	<LD	0,0	26, 4	<LD	7,2	
	Mediana	37,1	5,1	<LD	4,3	<LD	<LD	<LD	14,9	16,5	2,1	<LD	1,6	145, 6	1,7	<LD	<LD	26, 4	<LD	7,2	
	D.E.	23,0	1,7	0,1	2,4	5,2	<LD	3,5	7,3	11,9	0,8	<LD	0,3	5,2	0,2	<LD	0,0	0,5	<LD	0,2	
	Mín.	22,8	4,3	<LD	1,2	<LD	<LD	<LD	<LD	10,3	12,0	2,0	<LD	1,4	143, 3	1,6	<LD	<LD	25, 7	<LD	7,0
	Máx.	81,5	8,6	0,2	7,1	11,6	<LD	7,2	26,6	39,2	3,9	<LD	2,1	155, 6	2,0	<LD	0,0	27, 0	<LD	7,4	
Estación Seca (n=5)	Media	0,0	3,9	0,4	4,6	6,3	0,0	0,2	10,9	87,1	1,9	0,2	1,2	130, 4	1,2	<LD	<LD	24, 3	<LD	13,8	
	Mediana	16,7	3,2	0,5	4,2	7,0	0,0	0,2	11,9	33,6	1,6	0,1	1,1	126, 4	1,2	<LD	<LD	23, 9	<LD	5,1	
	D.E.	14,0	1,4	0,1	2,9	1,3	0,0	0,1	3,5	93,6	0,8	0,1	0,3	9,1	0,1	<LD	0,0	1,7	<LD	15,6	
	Mín.	10,6	2,7	0,3	1,8	4,8	0,0	0,1	5,6	21,9	1,4	0,1	0,9	123, 3	1,1	<LD	<LD	22, 9	<LD	2,8	
	Máx.	45,6	6,1	0,5	9,3	7,5	0,1	0,4	14,5	243, 4	3,3	0,3	1,7	146, 1	1,3	<LD	<LD	27, 2	<LD	40,1	
CAA (2012)		0,2		0,05	0,1	0,3		0,02	1,0	5,0	0,0 1	0,01				0,05	0,00 5		0,00 1	0,05	
CCME (2006)				1	430			25-150	2,4	30	5,0	1				0,1	0,01 7			1-7	
USEPA (2009)				16				470	2,0	120	3,4					3,2	2			65	

D.E.: desvío estándar; Min.: mínimo; Max.: máximo; CAA: Código Alimentario Argentino; CCME: Directrices Canadienses de Calidad Ambiental; USEPA: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. LD: límite de detección (µg/L): Cr: 0,0002; Se: 0,0009; Hg: 0,21; Fe, Co, Ni, Ag y Cd: 0,075.

elevadas de Hg (1 – 5,5 µg/L) aguas arriba y abajo del conglomerado VM-VN (Bertrand y *col.*, 2018).

Estudios realizados en el río Ctlamochita por Bertrand y *col.* (2018) detectaron un incremento de los niveles de Al, As, Ba, Co, Fe, Mn, Mo, Rb, Sr y V desde la localidad de Almafuerte, Río Tercero, Villa María y Villa Nueva.

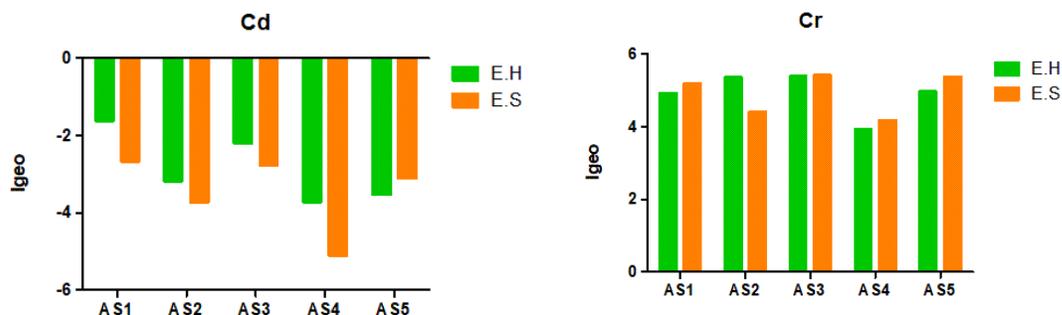
3.2. Índice de riesgo no cancerígeno en muestras de agua superficial

Los valores medios de HQ para los elementos analizados se ordenaron del siguiente modo: As > Pb > Ni > Cu > Zn > Mn > Cr > Fe en la EH y As > Pb > Cr = Ni = Cu > Mn > Fe en la ES.

Estos resultados demuestran que el As y el Pb son los contaminantes que generarían mayor impacto en la salud de la población. El As es un contaminante principalmente de origen natural detectado en aguas superficiales y subterráneos de la Argentina (Rosso y *col.* 2011; Urseler y *col.* 2022) y su presencia se asocia al tipo de sedimentos loésicos que conforman los suelos de la llanura pampeana (Litter y *col.* 2019). Con respecto al Pb, diversos autores sugieren que las aguas residuales domésticas y las prácticas agrícolas (fertilizantes y plaguicidas) tienden a incrementar la concentración de Pb, Zn, Fe y Mn de las aguas superficiales, afectando la calidad del agua y la biodiversidad del ecosistema (He y *col.*, 2004; Wu y *col.*, 2009). Sin embargo, resulta fundamental resaltar que los valores medios de HQ para todos los elementos analizados se encontraron por debajo de 1, lo que indica que la exposición a estos metales y metaloides por ingesta del agua superficial no supondría un riesgo para la salud de población local.

3.3. Índice de geoacumulación (Igeo) en sedimentos

El grado de contaminación por metales y metaloides en los sedimentos del río Ctlamochita se evaluó mediante el Igeo. En la **Figura 2**, se puede observar que los valores del Igeo oscilaron entre -5,11 a 21,11 en ambas estaciones.



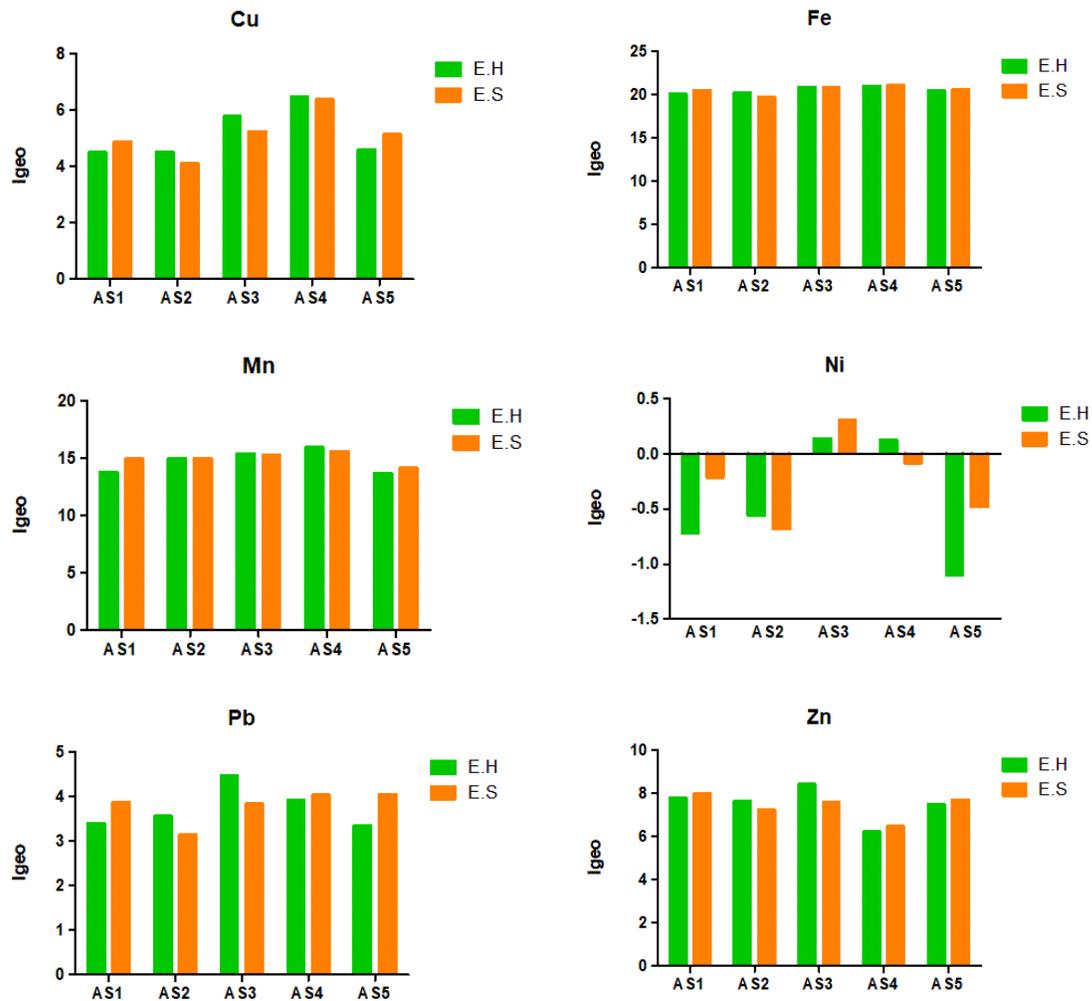


Figura 2. Comparación de los valores del índice de geoacumulación (Igeo) de sedimentos del río Ctalamochita durante estación húmeda (E.H) y seca (E.S).

Al comparar los valores de Igeo para los diferentes elementos analizados se observó que el Cd presentó valores negativos en todos los sitios y para ambas estaciones. En el caso del Ni y Cd, el 63% y el 100% de los sitios, respectivamente, presentaron valores negativos durante la EH y ES. Estos resultados indicarían ausencia de contaminación con Cd y Ni en sedimentos obtenidos de determinados sitios del río Ctalamochita. Por otro lado, los valores de Igeo para Cr y Pb variaron desde 3 - 4 y 4 - 5, respectivamente, indicando sedimentos “muy contaminados” a “contaminación extrema”. Los valores obtenidos de Pb fueron superiores a los obtenidos por La Colla y *col.* (2021) quienes clasificaron los sedimentos como “contaminados” a “moderadamente contaminados”. En el caso del Cu, todos los valores de Igeo variaron entre 4 - 6. Los mayores niveles de contaminación de los sedimentos fueron para: Fe>Mn>Zn. Según Lupi y *col.* (2019), elementos como el Fe y Al son abundantes en la corteza terrestre de forma natural, en referencia al Co, Zn y Pb se

consideran provenientes de fuentes antrópicas como minería antigua o por industrias que producen metal.

4. Conclusiones

- La evaluación de la presencia de metales y metaloides en el área de estudio dentro de la cuenca media-baja del río Ctalamochita evidenció un incremento en la concentración de Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Cd, y Pb en el agua superficial y de Cr, Zn, As, Cd y Pb en los sedimentos, especialmente en los sitios aguas abajo del conglomerado VM-VN. La presencia de estos elementos puede atribuirse a contaminación de origen antrópico, tal como: a descargas de residuos agrícolas, municipales, domésticos o industriales. Por otra parte, podrían asociarse a contaminación de origen natural a partir de meteorización de las formaciones geológicas precipitación atmosférica directa,
- Los índices HQ y HI revelaron que las concentraciones de los elementos detectadas en cada sitio monitoreado no presentaron riesgo para consumo directo y crónico de agua en la población.
- Los valores de Igeo calculados a partir de las concentraciones detectadas en sedimentos demostraron ausencia de contaminación de Ni y Cd, por el contrario, se evidenciaron altos niveles de contaminación de Fe, Mn y Zn. Estos últimos pueden deberse a su abundancia en la corteza terrestre (fuente natural en el caso del Fe) y minería antigua o industria metalúrgica (fuentes antrópicas en el caso del Zn).

5. Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por: Proyecto PIC 2020-2022 (Inst. Investigación UNVM); Proyectos Federales de Innovación (PFI) 2021-2022 (RESOL-2021-586-APN-MCT).

Agradecimiento especial a la Universidad Nacional de Río Cuarto, en particular a Dr. Miguel Mancini, Vet. Victor Salinas y Vet. Juan, por ser parte de una de las campañas de monitoreo de esta forma fomentar la vinculación entre universidades públicas. A la Universidad Nacional de Córdoba, Dra. Magdalena Monferrán y Dra. Julieta Griboff, por permitir utilizar su equipo y de esta forma obtener resultados fundamentales, por la buena onda y ser parte de este equipo interdisciplinario maravilloso. Al equipo técnico Ingenieras Graciela Marín, Camila Bellotti y Sofía Bruno del laboratorio de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional de Villa María.

6. Bibliografía

- Bertrand, L., Monferrán, M.V., Mouneyrac, C., Amé, M.V. (2018). *Chemosphere*, 206:265-277.
- Dehn, L.A., Follmann, E.H., Thomas, D.L., Sheffield, G.G., Rosa, C., Duffy, L.K., O'Hara, T.M. (2006). *Sci Total Environ*, 362: 103-123.

- Griboff, J., Horacek, M., Wunderlin, D.A., Monferrán, M.V. (2018). *Ecotoxicol/EnvironSaf*, 148: 275-284.
- Gualdrón Durán, L. E. (2016). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos.
- HE Z., ZHANG M., CALVERT D., STOFFELLA P., YANG X., YU S. Transport of heavy metals in surface runoff from vegetable and citrus fields. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68, (5), 1662, 2004.
- La Colla, N. S. (2016). Bioacumulación de metales en peces marinos y su distribución en columna de agua, bajo diferentes gradientes en el estuario de Bahía Blanca.
- Litter, M. I., Ingallinella, A. M., Olmos, V., Savio, M., Difeo, G., Botto, L., ... & Ahmad, A. (2019). Arsenic in Argentina: Occurrence, human health, legislation and determination. *Science of the Total Environment*, 676, 756-766.
- Lupi, L., Bertrand, L., Monferrán, M. V., Amé, M. V., & del Pilar Diaz, M. (2019). Multilevel and structural equation modeling approach to identify spatiotemporal patterns and source characterization of metals and metalloids in surface water and sediment of the Ctalamochita River in Pampa region, Argentina. *Journal of Hydrology*, 572, 403-413.
- Monferrán, M. V., Garnero, P. L., Wunderlin, D.A., Bistoni, M.A. (2016b). *Ecotoxicol/EnvironSaf*, 129: 302-310.
- Monferrán, M.V., Garnero, P., Bistoni, M. A, Anbar, A.A., Gordon, G.W., Wunderlin, D.A. (2016a). *EcolInd*, 63: 48-60.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2011. Guidelines for Drinking-water Quality. 4° edition. ISBN: 978-92-4-154815-1.
- Pekey, H., Karakaş, D., & Bakoglu, M. (2004). Source apportionment of trace metals in surface waters of a polluted stream using multivariate statistical analyses. *Marine Pollution Bulletin*, 49(9-10), 809-818.
- Rosso, J. J., Puntoriero, M. L., Troncoso, J. J., Volpedo, A. V., & Fernández Cirelli, A. (2011). Occurrence of fluoride in arsenic-rich surface waters: a case study in the Pampa Plain, Argentina. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 87, 409-413.
- Urseler, N., Bachetti, R., Biolé, F., Morgante, V., & Morgante, C. (2022). Atrazine pollution in groundwater and raw bovine milk: Water quality, bioaccumulation and human risk assessment. *Science of the Total Environment*, 852, 158498.
- USEPA (2009) Regulaciones Nacionales de Agua Potable Primaria. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA 816-F-09-004, mayo de 2009.
- USEPA, United States Environmental Protection Agency, Quantitative Uncertainty Analysis of Super Fund Residential Risk Path Way Models for Soil and Ground Water: White Paper, Office of Health and Environmental Assessment. OakRidge, TN, USA, 1996.
- USEPA, United States Environmental Protection Agency. Risk-based Concentration Table. Region 3, Philadelphia, USA, 2010.
- WHO (1996). WQA-A Guide to Use of BSW in Environ Monitor, 2nd Ed. 651pp.
- WU B., ZHAO D. Y., JIA H. Y., ZHANG Y., ZHANG X. X., CHENG S. P. Preliminary Risk Assessment of Trace Metal Pollution in Surface Water from Yangtze River in Nanjing Section, China. *B. Environ. Contam. Tox.* 82, (4), 405, 2009.

EVALUACIÓN DE POTENCIALES PROPIEDADES PROBIÓTICAS DE CEPAS DE *Kluyveromyces marxianus* (VM003, VM004 y VM005) Y *Saccharomyces cerevisiae* (VM012 y VM013) AISLADAS DE LACTOSUERO

Centomo Antonella M.¹; Díaz Vergara Ladislao I.¹; Cavaglieri, Lilia R.²; Montenegro Mariana A.¹; Rossi Yanina E.¹

¹Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB- CONICET), Universidad Nacional de Villa María, Córdoba

²Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto

yrossi@unvm.edu.ar

Resumen

En la actualidad, existe un creciente interés por incorporar microorganismos benéficos a alimentos, para promover la salud. Algunas características buscadas son la capacidad antioxidante y de adhesión a la mucosa, por su importancia para que los probióticos modulen el sistema inmunitario. Dado que estas características dependen en gran medida de la cepa, es necesario evaluarlas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar citotoxicidad, citoprotección y capacidad de adhesión de levaduras potencialmente probióticas nativas del lactosuero, en células normales del epitelio intestinal murino (IEC-18), con el fin de caracterizarlas como potenciales probióticos. Se trabajó con tres cepas de *Kluyveromyces marxianus* (VM003, VM004 y VM005) y dos de *Saccharomyces cerevisiae* (VM012 y VM013). Para los tres ensayos se sembraron células IEC-18 en placas de 24 pocillos (2×10^5 células/pocillo). Para evaluar la citotoxicidad se trató a las células durante 2 y 24 h con concentraciones de todas las cepas de levadura entre 10^4 y 10^6 lev/mL. El efecto citotóxico se expresó como porcentaje de viabilidad respecto al control. La citoprotección de las levaduras fue evaluada frente al compuesto menadiona (MEN), inductor de estrés oxidativo en concentración $10 \mu\text{M}$ (mostrando entre 60 y 70% de viabilidad). Se realizó co-tratamiento de las células con levaduras en concentraciones de 10^3 y 10^4 lev/mL junto a MEN $10 \mu\text{M}$ por 24 h. En ambos ensayos se determinó la viabilidad con el ensayo de exclusión de células muertas con trypan blue. Para evaluar la adhesión de las levaduras a las células, se agregó sobre la monocapa de IEC-18, 1 mL de suspensión de levaduras (10^5 UFC/mL), se incubó durante 2 h, se lisó a las células con buffer de lisis (1%v/v de Triton X10) y sembró en agar YPD. El resultado se expresó como porcentaje de levadura adherida respecto al total de levadura agregada. En cuanto a la citotoxicidad a las 2 h, la viabilidad de las IEC-18 solo mostró diferencias significativas con el control para el tratamiento con 10^5 lev/mL de *K. marxianus* VM003, disminuyendo la viabilidad a 66%. Luego de 24 h de tratamiento, *K. marxianus* VM003 y VM005 presentaron diferencia significativa con el control en una concentración más baja (10^5 lev/mL) mientras que *S. cerevisiae* VM012 no presentó diferencia significativa con el control en ninguna de las

concentraciones evaluadas. Respecto a la citoprotección, todas las cepas mostraron efecto citoprotector frente a MEN en concentración de 10^4 , siendo la viabilidad de las células entre 77% y 96%. En cuanto a la adhesión, el mayor valor se observó para la cepa *S. cerevisiae* VM012 con adhesión del 80% mientras que la menor fue para *S. cerevisiae* VM013 (59%). En conclusión, las cepas analizadas podrían considerarse como potenciales probióticos para ser empleadas como ingredientes en la formulación de alimentos funcionales, ya que ejercen citoprotección frente a MEN en concentraciones que no mostraron citotoxicidad, además, los resultados de adhesión sugieren capacidad para establecerse en células intestinales, característica deseable en los probióticos.

Palabras clave: Citotoxicidad, Citoprotección, adhesión, cultivo celular, levaduras

1. Introducción

La industria requiere continuamente la diversificación y aplicación de productos novedosos que aporten nuevas cepas probióticas, con propiedades funcionales específicas. La mayoría de los probióticos comercializados actualmente son de origen bacteriano, no obstante, se debe tener en cuenta que la aplicación de levaduras como probióticos resulta ventajoso debido a ciertas características, como su inmunidad frente a la acción de antibacterianos, la presencia de compuestos inmunoestimulantes (β -glucanos, proteasas y oligosacáridos) y su participación en la eliminación de toxinas secretadas, lo que explica, en parte, su efecto protector frente a patógenos (Fernandez-Pacheco y col., 2018). Con la finalidad de satisfacer las demandas del mercado de alimentos y bebidas funcionales es necesario aislar nuevas levaduras probióticas (Alkalbani y col., 2022). Teniendo en cuenta que las características probióticas son específicas de cada cepa, se requiere evaluarlas para seleccionar aquellas que proporcionen efectos benéficos (Agarbati y col., 2020; Sadeghi y col., 2022). La capacidad antioxidante y de adhesión a la mucosa son características buscadas, por su importancia para que los probióticos modulen el sistema inmune. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar citotoxicidad, citoprotección y capacidad de adhesión de levaduras potencialmente probióticas nativas del lactosuero, en células normales del epitelio intestinal murino (IEC-18) y caracterizarlas como potenciales probióticos. Estas propiedades se evaluaron para *Kluyveromyces marxianus* (VM003, VM004 y VM005) y *Saccharomyces cerevisiae* (VM012 y VM013).

2. Materiales y métodos

2.1 Materiales

MEN y trypan blue (TB) fueron adquiridos de Sigma-Aldrich, el medio de cultivo Eagle modificado de Dulbecco's (DMEM) y GlutaMAX™ de Gibco (Invitrogen, EE.UU.) y el

suero fetal bovino (SFB) de Natocor (Argentina). Las células IEC-18 (Quaroni y col, 1981) proceden de la American Type Culture Collection (EE.UU.) mientras que las levaduras *K. marxianus* VM003, VM004 y VM005 y *S. cerevisiae* VM012 y VM013 fueron aisladas del lactosuero y caracterizadas por el grupo de trabajo (Díaz-Vergara y col., 2017).

2.2 Preparación de las suspensiones de levaduras

Las cepas de levadura se incubaron durante la noche en caldo YPD a 37°C. Se centrifugaron (4°C y 10000g, 10 min), se descartó el sobrenadante y se resuspendieron en solución fisiológica. El recuento de levaduras se realizó utilizando la cámara de Neubauer.

2.3 Cultivo y mantenimiento de la línea celular IEC-18

Las células IEC-18, fueron mantenidas DMEM suplementado con 100 U/mL penicilina-100 µg/ml estreptomina, GlutaMAX™ 1/100 CTS™ y 10% de SFB. Las células se mantuvieron a 37°C en atmósfera húmeda de CO₂ al 5% hasta 80-90% de confluencia.

2.4 Ensayos de citotoxicidad

Se evaluó la citotoxicidad de las levaduras en dos tiempos diferentes (2 y 24 h). Se sembraron las células IEC-18 en placas de 24 pocillos (2x10⁵ células/pocillo) y se incubaron a 37°C y 5% de CO₂ durante 24 h. A continuación, se reemplazó el medio de cultivo por los tratamientos de levaduras suspendidas en DMEM sin suplementar, en concentraciones entre 10⁴ y 10⁶ Lev/mL. Finalizados los tiempos de incubación, se determinó la viabilidad de las células IEC-18 con el ensayo de exclusión de células muertas con TB, utilizando la cámara de Neubauer para el recuento (Strober, 2015). El resultado se expresó como el porcentaje de viabilidad respecto a las células control sin tratamiento.

2.5 Ensayos de citoprotección

La citoprotección de las levaduras fue evaluada frente a MEN, inductor del estrés oxidativo. Se evaluó la citotoxicidad de MEN en el rango de concentraciones de 0,5 a 25 µM durante 24 h y se seleccionó 10µM (porcentaje de viabilidad entre el 60 y 70%). Las células IEC-18 fueron incubadas con levaduras en concentraciones entre 10³ y 10⁴ Lev/mL junto a MEN por 24 h (co-tratamiento). La viabilidad de las células fue evaluada con el ensayo de exclusión con TB y el resultado expresado como porcentaje de viabilidad frente al control.

2.6 Capacidad de adhesión

Se evaluó la capacidad de adhesión de las levaduras a las células IEC-18, según la metodología desarrollada por Ceugniz y col.,(2017) con modificaciones. A la monocapa de IEC-18 (2×10^5 células/pocillo en placas de 24), se le agregó 1mL de suspensión de levaduras en concentración de 10^5 Lev/mL y se incubó 2 h a 37°C y 5% CO_2 . Se descartó el tratamiento y las levaduras no adheridas se lavaron con buffer fosfato salino (PBS) dos veces. A continuación, se lisaron las células con buffer de lisis 1% v/v de Triton X100 en PBS y se sembró en placas de agar YPD utilizando la técnica de la microgota. Las placas se incubaron 24 h a 37°C . El resultado se expresó como porcentaje de levaduras adheridas a las células IEC-18 con respecto al número total de levaduras inoculadas.

2.7 Análisis estadístico

Los experimentos fueron realizados por triplicado, los datos se presentan como media \pm desviación estándar. Los datos se analizaron mediante ANOVA y test de Bonferroni utilizando GraphPad Prism 4 (GraphPad Software, San Diego, CA, EE.UU.). ANOVA se consideró estadísticamente significativo para $p < 0,05$.

3. Resultados y discusión

3.1 Citotoxicidad

La viabilidad de las IEC-18 a las 2 h de tratamiento (Figura 1A), solo mostró diferencias significativas con el control a partir de 10^5 Lev/mL para el tratamiento de *K. marxianus* VM003, con viabilidad del 66%, mientras que el resto de las cepas no mostraron diferencia con el control en ninguna concentración evaluada. Luego de 24 h de tratamiento (Figura 1B), *K. marxianus* VM003 y VM005 presentaron diferencia significativa con el control a partir de una concentración más baja (10^5 Lev/mL) que el resto de las cepas, mientras que *S. cerevisiae* VM012 no presentó diferencia significativa con el control en ninguna concentración evaluada. No se encontraron trabajos donde se evalúe la citotoxicidad de levaduras en células IEC-18, sin embargo, si se evaluó la citotoxicidad en la línea celular Caco-2, ya que corresponde a células de adenocarcinoma colorrectal humano. Ceugniz y col. (2017) evaluaron la citotoxicidad de *K. marxianus* S-2-05 aislada de queso (en concentración de 10^6 UFC/mL) en células Caco-2 durante 24 h, determinando la viabilidad mediante fluorescencia, utilizando ioduro de propidio como indicador de células muertas. Como resultado, no se observaron diferencias con la emisión de fluorescencia del control (sin tratamiento) mientras que, en el presente trabajo, para la concentración 10^6 todas las cepas de *K.*

marxianus mostraron diferencia con el control, lo que podría deberse a que la línea celular es diferente, como también la cepa de levadura. Fochesato y col.(2020) evaluaron la citotoxicidad de *S. cerevisiae* RC016 en células Vero, luego de 24 h de incubación y no obtuvieron diferencias significativas con el control en tratamientos con concentraciones de 10^6 Lev/mL, resultado comparable al obtenido en este caso para *S. cerevisiae* VM012, aunque diferente al de la cepa VM013.

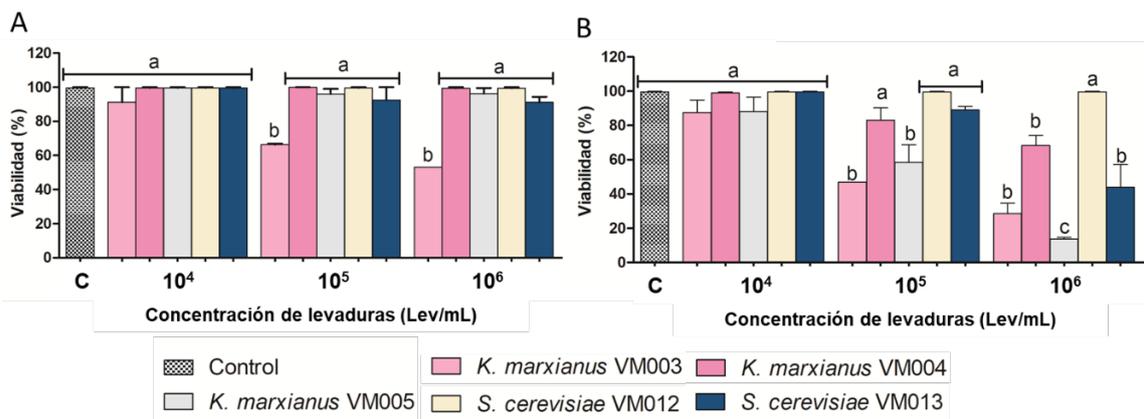


Fig. 1. Viabilidad celular de IEC-18, determinada por ensayo de exclusión de células muertas con TB, tratadas con levaduras (Concentraciones entre 10^4 - 10^6 Lev/mL) durante **(A)** 2 horas y **(B)** 24 horas. Células control sin tratamiento. Los valores son presentados como la media \pm DE (n=3). Valores con letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

3.2 Citoprotección

Todas las cepas mostraron efecto citoprotector frente al inductor del estrés oxidativo MEN en co-tratamiento, en concentración igual a 10^4 Lev/mL, obteniendo como resultado viabilidades de las células IEC-18 entre 77% y 96% (Figura 2). Romanin y col. (2016), incubaron células Caco-2 con *K. marxianus* CIDCA 8154 (aislada de kéfir de leche) durante 15 min e indujeron la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) con H_2O_2 . Utilizando el indicador de estrés oxidativo CM-H2DCFDA determinaron que la levadura causó un descenso significativo de ROS. Este resultado podría explicar el efecto citoprotector de las levaduras frente a MEN obtenido en el presente trabajo.

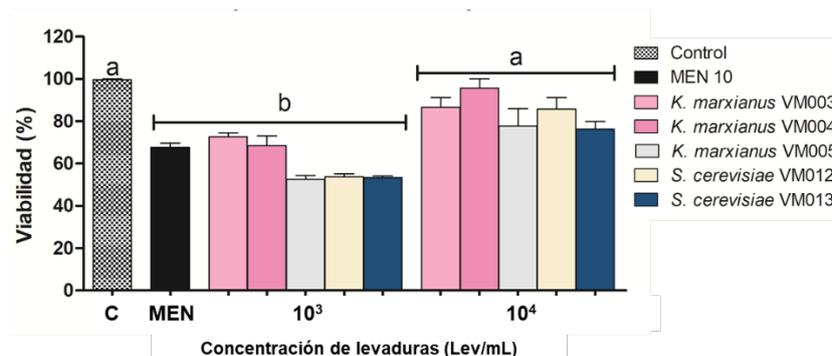


Fig. 2. Efecto citoprotector del co-tratamiento de levadura frente a MEN (10 μ M). Células control en DMEM sin suplementar. Los valores son presentados como la media \pm DE (n=3). Valores con letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

3.3 Capacidad de adhesión

La mayor capacidad de adhesión se observó para la cepa *S. cerevisiae* VM012 (80%) sin diferencia significativa con *K. marxianus* VM004 (77%), mientras que la menor adhesión fue para *S. cerevisiae* VM013 (59%). Los porcentajes de adhesión obtenidos fueron superiores a los presentados por Motey y col.(2020), quienes evaluaron la capacidad de adhesión de otras cepas de *K. marxianus* y *S. cerevisiae* (aisladas de leche y cereales fermentados), en células Caco-2, obteniendo porcentajes de adhesión entre 8 y 40%.

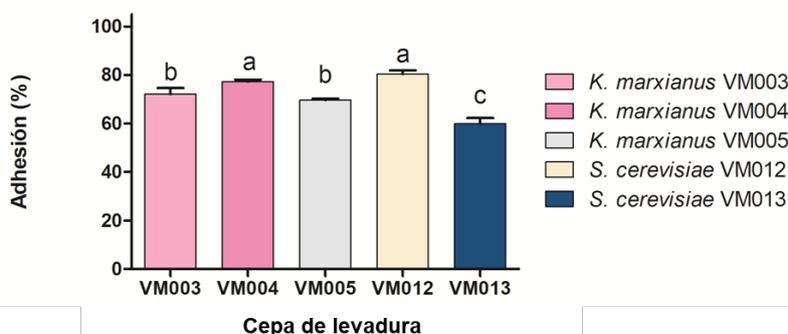


Fig. 3. Capacidad de adhesión de *K. marxianus* (VM003, VM004 y VM005) y *S. cerevisiae* (VM012 y VM013) a las células IEC-18

4. Conclusiones

A partir de los resultados observados en los tres experimentos, se puede concluir en que todas las cepas analizadas podrían considerarse como potenciales probióticos, con el objetivo de ser empleadas como ingredientes en la formulación de alimentos funcionales, ya que todas ejercieron citoprotección frente a MEN en concentraciones que no mostraron citotoxicidad. Además, los resultados observados en adhesión sugieren que las cepas presentan capacidad para establecerse en células intestinales (*in vitro*, en línea celular), y esta es una característica deseable en los microorganismos probióticos.

5. Agradecimientos

Agradecemos el apoyo financiero de Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (PIP 2021-2023 11220200102836CO), Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (PICT-2018-03189 y PICT-

2019-00993) y Universidad nacional Villa María (Programa Orientado UNVM 2020-2022).

6. Bibliografía

- Agarbati, A., Canonico, L., Marini, E., Zannini, E., Ciani, M., & Comitini, F. (2020). Potential probiotic yeasts sourced from natural environmental and spontaneous processed foods. *Foods*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/foods9030287>
- Alkalbani, N. S., Osaili, T. M., Al-Nabulsi, A. A., Obaid, R. S., Olaimat, A. N., Liu, S. Q., & Ayyash, M. M. (2022). In Vitro Characterization and Identification of Potential Probiotic Yeasts Isolated from Fermented Dairy and Non-Dairy Food Products. *Journal of Fungi*, 8(5). <https://doi.org/10.3390/JOF8050544>
- Ceugniet, A., Coucheney, F., Jacques, P., Daube, G., Delcenserie, V., & Drider, D. (2017). Anti-Salmonella activity and probiotic trends of *Kluyveromyces marxianus* S-2-05 and *Kluyveromyces lactis* S-3-05 isolated from a French cheese, Tomme d'Orchies. *Research in Microbiology*, 168(6), 575–582. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2017.03.004>
- Díaz-Vergara, L., Pereyra, C. M., Montenegro, M., Pena, G. A., Aminahuel, C. A., & Cavaglieri, L. R. (2017). Encapsulated whey–native yeast *Kluyveromyces marxianus* as a feed additive for animal production. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 34(5), 750–759. <https://doi.org/10.1080/19440049.2017.1290830>
- Fernandez-Pacheco, P., Arévalo-Villena, M., Bevilacqua, A., Corbo, M. R., & Briones Pérez, A. (2018). Probiotic characteristics in *Saccharomyces cerevisiae* strains: Properties for application in food industries. *LWT*, 97, 332–340. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.007>
- Fochesato, A. S., Martínez, M. P., Escobar, F. S., García, G., Dogi, C. A., & Cavaglieri, L. R. (2020). Cytotoxicity in Vero cells and cytokines analyses in Balb/c mice as safety assessments of the probiotic mixture *Saccharomyces cerevisiae* RC016 and *Lactobacillus rhamnosus* RC007 for use as a feed additive. *Letters in Applied Microbiology*, 71(4), 400–404. <https://doi.org/10.1111/lam.13357>
- Motey, G. A., Johansen, P. G., Owusu-Kwarteng, J., Ofori, L. A., Obiri-Danso, K., Siegumfeldt, H., Larsen, N., & Jespersen, L. (2020). Probiotic potential of *Saccharomyces cerevisiae* and *Kluyveromyces marxianus* isolated from West African spontaneously fermented cereal and milk products. *Yeast*, 37(9–10), 403–412. <https://doi.org/10.1002/yea.3513>
- Quaroni, A., & Isselbacher, K. J. (1981). Cytotoxic Effects and Metabolism of Benzo [a] pyrene and 7 , 12-Dimethylbenz [a] anthracene in Duodenal and Ileal. *Journal of the National Cancer Institute*, 67(6), 1353–1362.
- Romanin, D. E., Llopis, S., Genovés, S., Martorell, P., Ramón, V. D., Garrote, G. L., & Rumbo, M. (2016). Probiotic yeast *Kluyveromyces marxianus* CIDCA 8154 shows anti-inflammatory and anti-oxidative stress properties in in vivo models. *Beneficial Microbes*, 7(1), 83–93. <https://doi.org/10.3920/BM2015.0066>
- Sadeghi, A., Ebrahimi, M., Shahryari, S., Kharazmi, M. S., & Jafari, S. M. (2022). Food applications of probiotic yeasts; focusing on their techno-functional, postbiotic and protective capabilities. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 128, pp. 278–295). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.08.018>
- Strober, W. (2015). Trypan Blue Exclusion Test of Cell Viability. *Current Protocols in Immunology*, 111(1), A3.B.1-A3.B.3. <https://doi.org/10.1002/0471142735.ima03bs111>

ESTUDIO PRELIMINAR DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN REACTORES SECUENCIALES BATCH ANAEROBIO Y AEROBIO

Degano Salvador^{1*}, Galván María José¹, Lespinard Alejandro¹ y Fuentes Mauren²

¹ IMITAB (UNVM-CONICET) Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba.

*s.degano@hotmail.com.ar

² INGAR (UTN-CONICET) Avellaneda 3657, Ciudad de Santa Fe, Santa Fe.

Resumen

El objetivo del presente trabajo es estudiar el funcionamiento de dos reactores secuenciales discontinuos granulares (SBR, por su sigla en inglés) en sus etapas iniciales de operación para ajustar los tiempos óptimos de ciclo. En ambos se tratan los residuos orgánicos ricos en lípidos y proteínas provenientes de un frigorífico de la zona, uno en condiciones anaerobias (SBR anaerobio) y el otro con aireación (SBR aerobio/anóxico). Los dos SBR fueron inoculados con gránulos de un reactor UASB y luego comenzaron a operarse a cargas bajas ($\approx 0,6$ gDQO/Ld) con un tiempo total de ciclo de 48 horas durante 6 meses para adaptar el lodo granular al sustrato y a las condiciones fluidodinámicas características de estos tipos de reactores. Posteriormente, se aumentó la carga orgánica de $0,6$ gDQO/Ld a $1,5$ gDQO/Ld, y se midieron aproximadamente cada 6-8 horas en el ciclo previo y posterior al aumento de carga diferentes variables, a saber: DQO total y soluble, nitrógeno amoniacal total y alcalinidad total en ambos reactores; pH, volumen de biogás y contenido de metano, ácido acético, propiónico y butírico en el SBR anaerobio; y nitratos en el SBR aerobio/anóxico. Tanto en el ciclo previo como en el posterior al aumento de carga, la reducción de la DQO total y soluble para los dos reactores se produjo en las primeras 24 horas. Asimismo, no se observó acumulación de los ácidos grasos volátiles (concentraciones menores a 25 mg/L) en ninguna de las muestras tomadas y el pico de la producción de metano se detectó dentro de las primeras 24 horas en el reactor anaerobio, tanto antes como después del aumento de carga; mientras que la nitrificación y desnitrificación sucedieron durante la etapa de aireación (primeras 24 horas) en el reactor aerobio/anóxico, independientemente de la carga orgánica. Además, el SBR anaerobio al igual que el SBR aerobio/anóxico continuaron con altos porcentajes de reducción de la DQO soluble luego del aumento de carga: $90,22\%$ y $92,25\%$, respectivamente. Debido a que ambos reactores continuaron operando de forma estable luego del aumento de carga, y que los procesos deseados como la metanización en el reactor anaerobio y la nitrificación-desnitrificación en el reactor aerobio/anóxico se produjeron durante las primeras 24 horas del ciclo, se decide como estrategia para continuar operando los reactores y aumentar la carga orgánica, reducir el tiempo total de ciclo de 48 a 24 horas para el reactor anaerobio y a 9,5 horas para el reactor

aerobio/anóxico. Ambos reactores continuaron con elevados niveles de remoción de DQO soluble: 78,39% en el anaerobio y 97,79% en el aerobio. Sin embargo, se observó que al comenzar la etapa anóxica (luego de 4 horas de operación aerobia) en el SBR aerobio/anóxico los niveles de DQO soluble eran considerablemente bajos (400-500 mg DQO/L) como para continuar con la desnitrificación de manera efectiva, por lo que se decidió aumentar la DQO del influente.

Palabras clave: Efluentes, agroindustria, tratamiento biológico, SBR.

1. Introducción

La concentración y composición de las aguas residuales proveniente del procesamiento de alimentos varía desde sustratos altamente resistentes (Demanda Química de Oxígeno –DQO- >3000 mg/L) hasta sustratos de baja y media resistencia (DQO <3000 mg/L) en términos de carga orgánica, nutrientes (nitrógeno y fósforo), sólidos suspendidos, etc. (Galanakis, 2020). El agua residual de frigorífico es clasificada como una de las aguas residuales más perjudiciales para el ambiente, según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). La composición de estas aguas depende de los procesos industriales llevados a cabo y de la demanda de agua específica. La industria frigorífica produce grandes volúmenes de efluentes debido al sacrificio de animales y limpieza de equipos. En general, estos efluentes contienen altos valores de materia orgánica compuesta por grasas, proteínas y fibras (alta Demanda Bioquímica de Oxígeno –DBO–) y altos valores de DQO debido a la presencia de sangre, grasa y mucosa. Las aguas residuales provenientes de la industria alimentaria también poseen alto contenido de nitrógeno (proveniente de la sangre), fósforo y Sólidos Suspendidos Totales (SST). Consecuentemente, su descarga puede ocasionar desoxigenación de ríos y contaminación de agua subterránea (Barbera y col., 2018). La mayor parte de la contaminación es causada por la sangre y la mucosa intestinal y del estómago. Debido a la alta carga orgánica que poseen estos efluentes, es necesario tratarlos previamente a su descarga o disposición final.

El sistema de tratamiento aplicado puede comprender aplicación directa al suelo (riego directo), tratamiento físico-químico (flotación por aire disuelto, coagulación/floculación, electrocoagulación, membranas), tratamiento biológico (anaerobio, aerobio, humedales), procesos de oxidación avanzada (ozonización, UV/H₂O₂, etc.) y procesos combinados. Generalmente, las aguas residuales de frigorífico son pre-tratadas mediante filtración, sedimentación, recolección de sangre y separación de grasas, seguido por tratamientos físico-químicos y/o biológicos (Bustillo-Lecompte y col., 2015). El tratamiento biológico tiene varias ventajas con respecto a los otros sistemas de tratamiento: los sistemas anaerobios poseen una excelente remoción de materia orgánica, baja producción de lodos, bajo requerimiento energético, admite altas tasas orgánicas y produce energía renovable a través del metano generado. Sin embargo, este sistema presenta algunas desventajas como largos períodos de puesta a punto, elevada sensibilidad a los cambios de temperatura y baja calidad del efluente, los cuales pueden ser contrarrestados empleando sistemas biológicos combinados anaerobio-aerobio para la remoción de nutrientes y materia orgánica (Aziz y col., 2019).

El sistema SBR es la tecnología más prometedora y viable para la remoción biológica de carbono orgánico y nutrientes. Éste consiste básicamente en un solo tanque que sirve como reactor biológico y sedimentador el cual funciona de forma secuencial, e involucra una operación cíclica en donde cada ciclo incorpora el mismo patrón de fases sucesivas en una operación de tipo batch llenado-vaciado. Por lo general, el reactor secuencial consta de las siguientes fases: llenado, reacción, sedimentación, descarga y espera (Artan y col., 2005). Para el caso de las aguas residuales de frigorífico, el SBR es considerado la mejor tecnología disponible. En el SBR anaerobio, el agua residual ingresa en la etapa de llenado hasta alcanzar un volumen fijo. Luego, en la fase de reacción, la biomasa y la materia orgánica entran en contacto de forma continua o intermitente con la ayuda de un mezclador durante un intervalo de tiempo fijo. En esta fase, la materia orgánica se convierte en biogás (CH_4 y CO_2). Luego, en la fase de sedimentación se separa el sobrenadante (agua tratada) del lodo mediante la decantación de los flóculos o gránulos de biomasa deteniendo la agitación por un período de tiempo determinado. Subsecuentemente se retira el sobrenadante (vaciado) permaneciendo el lodo en el reactor. Posteriormente se comienza un nuevo ciclo mediante el llenado con nueva agua residual a tratar. El proceso para el SBR aerobio es el mismo descrito anteriormente, excepto que, en la fase de reacción, el reactor es aireado continuamente (proceso sólo aerobio) o intermitentemente (proceso aerobio/anóxico). Se han realizado varios estudios aplicando la tecnología SBR anaerobia para el tratamiento de aguas residuales provenientes de frigoríficos (Cheong y col., 2008; Martínez-Sosa y col., 2009; D. I. Masse y col., 2001; L. Masse y col., 2000; L. Masse y col., 2005).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el funcionamiento de los reactores SBR (anaerobio y aerobio/anóxico) en sus etapas iniciales de operación (puesta a punto) para ajustar a los tiempos óptimos de ciclo.

2. Materiales y métodos

2.1. Operación de los reactores

El volumen útil de ambos reactores fue de 5,5 L, de los cuales 2,75 L es el volumen que ingresa y egresa de cada reactor al iniciar y finalizar cada ciclo, quedando un volumen inicial de 2,75 L. El tiempo total de ciclo de los dos reactores fue de 48 horas. En el reactor anaerobio, cada ciclo consistió en 0,25 horas de carga, 45,5 horas de reacción (35 °C y 70 rpm), 2 horas de sedimentación y 0,25 horas de descarga; mientras que cada ciclo del reactor aerobio/anóxico consistió en 0,25 horas de carga, 22,75 horas de reacción aerobia (25 °C y 70 rpm), 22,75 horas de reacción anóxica (25 °C y 70 rpm), 2 horas de sedimentación y 0,25 horas de descarga. La alimentación de ambos reactores se realizó con los desechos del frigorífico de cerdos “Alimentos Magros S.A.” ubicado en la localidad de Justiniano Posse, Córdoba, Argentina. La planta procesa 500 cerdos por día en promedio, los cuales generan 5.000 L de mucanga (resto de contenido intestinal, grasa, piel, etc.) y 2.400 L de sangre aproximadamente como residuo. Ambas corrientes residuales se mezclan y luego es sometida a un proceso de homogenización con inyección directa de vapor saturado a 120 °C y 1 bar de presión. La mezcla homogenizada se mantiene en constante agitación en un tanque a cielo abierto del cual

fueron tomadas las muestras que se utilizan como sustrato en la presente tesis doctoral. El sustrato fue diluido hasta la concentración de DQO deseada previo al ingreso de los reactores.

Se estudió el aumento de carga en ambos SBR, pasando de 0,6 gDQO/Ld a 1,5 gDQO/Ld y se midieron aproximadamente cada 6-8 horas en el ciclo previo y posterior al aumento de carga diferentes variables, a saber: DQO total (DQO_T) y soluble (DQO_S), NAT, y Alcalinidad Total (AT) en ambos reactores; pH, volumen de biogás y contenido de metano en el SBR anaerobio; y nitratos en el SBR aerobio/anóxico.

2.2. Métodos analíticos

El pH se midió con un pHmetro portátil HANNA HI 8424, el volumen de biogás recolectado en bolsas Tedlar® se determinó a través de desplazamiento volumétrico de una solución barrera de pH 2 ($H_2SO_4 + H_2O$). El contenido de metano del biogás se determinó por cromatografía gaseosa con detección TCD utilizando un gas patrón con concentraciones conocidas de metano y dióxido de carbono. Las mediciones de DQO, NAT y nitratos se realizaron con el fotómetro multiparamétrico HANNA 83099 con sus respectivos reactivos de acuerdo a la adaptación del método USEPA 410.4 para la medición de DQO, la adaptación del método ASTM D1426-92 (método Nessler) para la medición de NAT y la adaptación del método de reducción de cadmio para la medición de nitratos. La AT fue medida siguiendo el método APHA 2320 B. Para medir las especies químicas solubles (NAT, DQO_S , AT, ácidos acético, propiónico y butírico) el sustrato previamente se centrifugó (2.500 g x 5 minutos) para separar los sólidos suspendidos y se filtró el sobrenadante por un filtro de celulosa (0,45 μm).

3. Resultados y discusión

En las Figuras 1 y 2 se observa que, tanto en el ciclo previo como en el posterior al aumento de carga, la reducción de la DQO_T y DQO_S para los dos reactores se produjo en las primeras 24 horas.

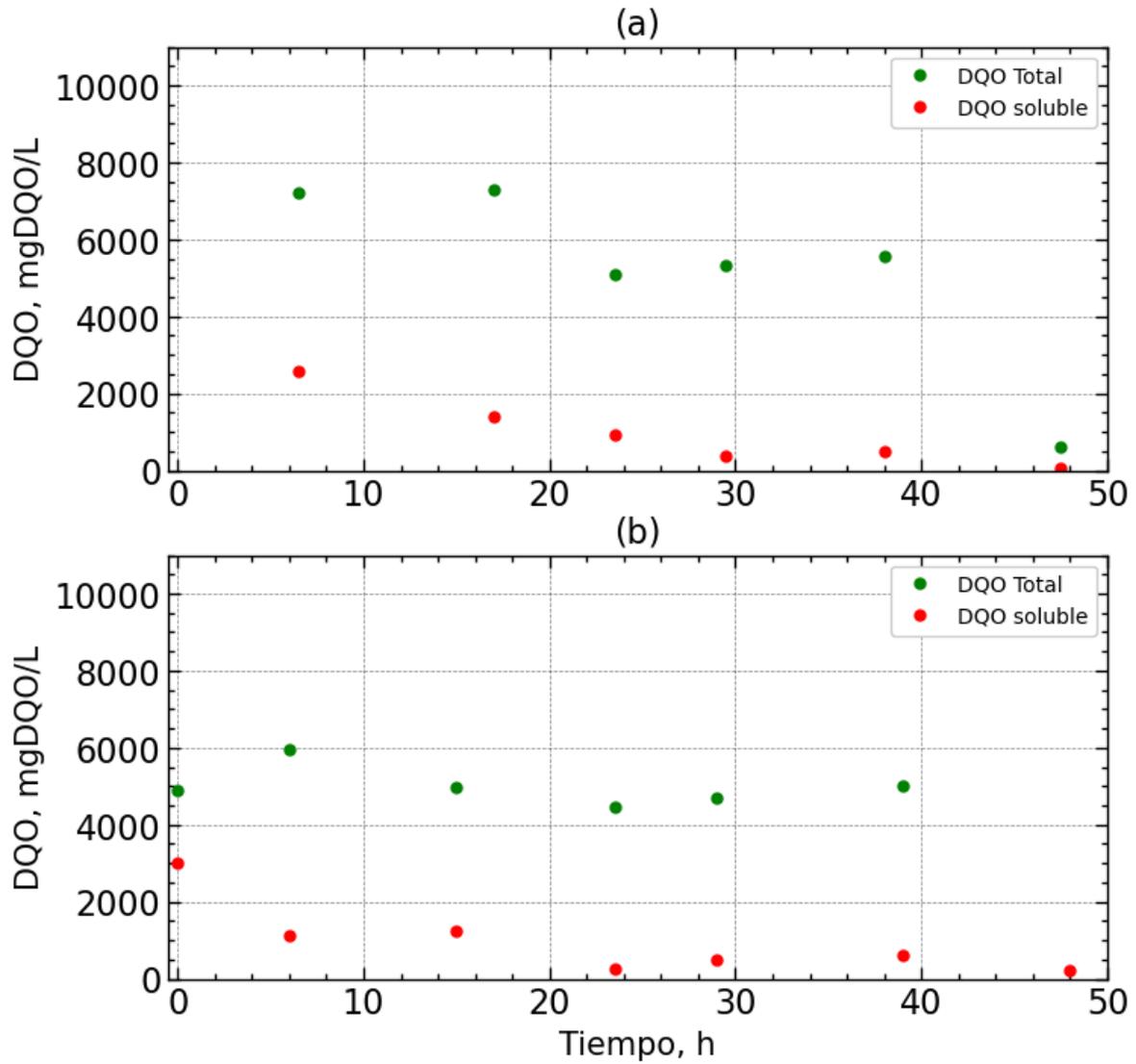


Figura 1. Variación de DQO_T y DQO_S en el SBR anaerobio antes (a) y después (b) del aumento de carga.

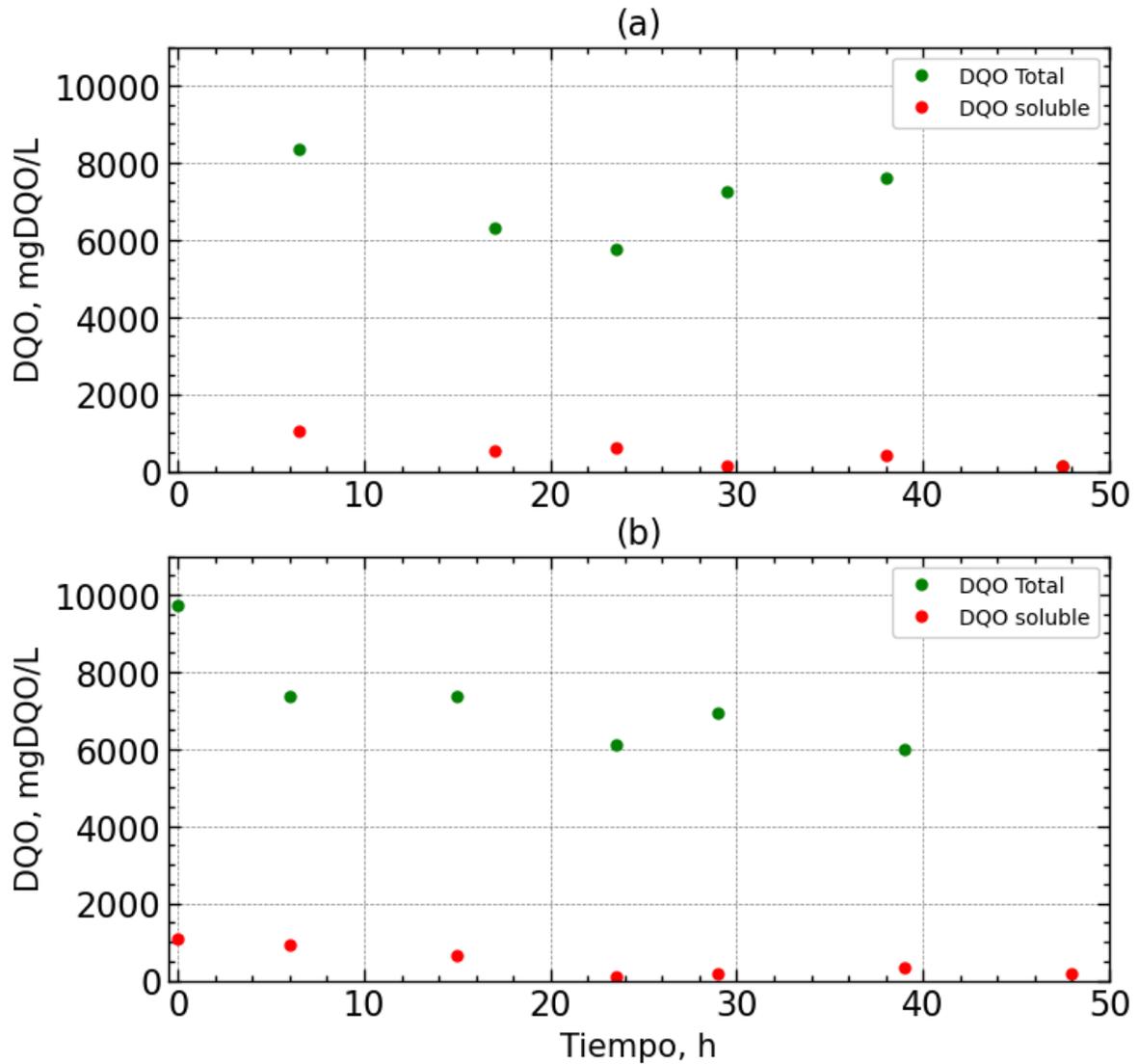


Figura 2. Variación de DQO_T y DQO_s en el SBR aerobio/anóxico antes (a) y después (b) del aumento de carga.

El pico de producción de metano se detectó dentro de las primeras 24 horas en el reactor anaerobio, tanto antes como después del aumento de carga (Figura 3).

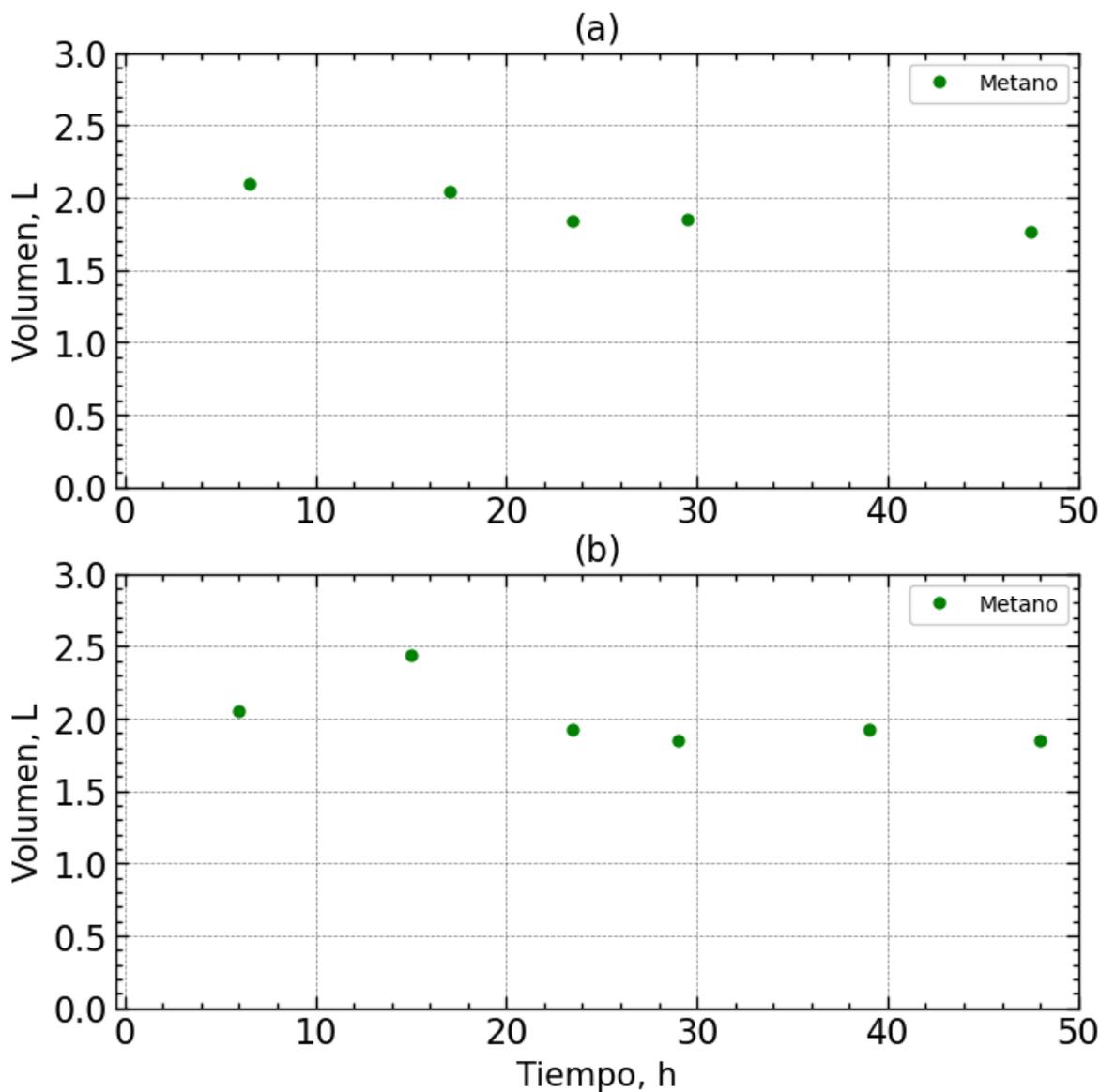


Figura 3. Volumen de metano producido en el SBR anaerobio antes (a) y después (b) del aumento de carga.

Asimismo, la nitrificación y desnitrificación sucedieron durante la etapa de aireación (primeras 24 horas) en el reactor aerobio/anóxico, independientemente de la carga orgánica, como se muestra en la Figura 4. Se observó que al comenzar la etapa anóxica (luego de 4 horas de operación aerobia) en el SBR aerobio/anóxico los niveles de DQOS eran considerablemente bajos (400-500 mgDQO/L) como para continuar con la desnitrificación de manera efectiva. Además, el SBR anaerobio al igual que el SBR

aerobio/anóxico continuaron con altos porcentajes de reducción de la DQOS luego del aumento de carga: 90,22 % y 92,25 %, respectivamente.

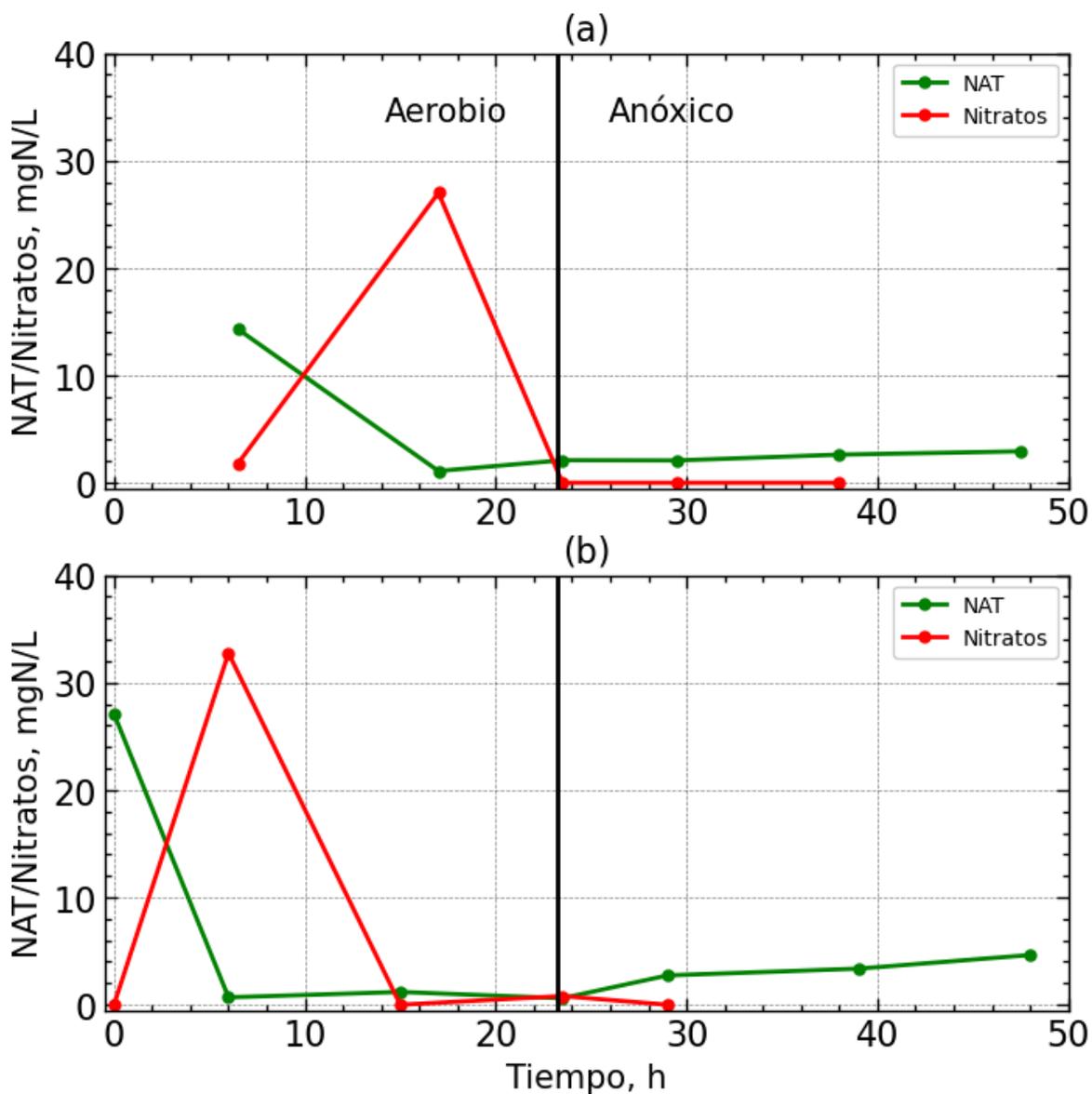


Figura 4. Variación de NAT y nitratos en el SBR aerobio/anóxico antes (a) y después (b) del aumento de carga.

4. Conclusiones

Debido a que ambos reactores continuaron operando de forma estable luego del aumento de carga, y que los procesos deseados como la metanización en el reactor anaerobio y la

nitrificación y desnitrificación en el reactor aerobio/anóxico se produjeron durante las primeras 24 horas del ciclo, se decide como estrategia para continuar operando los reactores y aumentar la carga orgánica, reducir el tiempo total de ciclo de 48 a 24 horas para el reactor anaerobio y a 9,5 horas para el reactor aerobio. Ambos reactores continuaron con elevados niveles de remoción de DQOS: 78,39 % en el anaerobio y 97,79 % en el aerobio/anóxico.

5. Bibliografía

Artan, N., & Orhon, D. (2005). *Mechanism and Design of Sequencing Batch Reactors for Nutrient Removal*. London: IWA Publishing.

Aziz, A., Basheer, F., Sengar, A., Irfanullah, Khan, S. U., & Farooqi, I. H. (2019). Biological wastewater treatment (anaerobic-aerobic) technologies for safe discharge of treated slaughterhouse and meat processing wastewater. *Science of the Total Environment*, 686, 681–708. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.295>.

Barbera, M., & Gurnari, G. (2018). *Water Reuse in the Food Industry: Quality of Original Wastewater Before Treatments*. Cham: Springer.

Bustillo-Lecompte, C. F., & Mehrvar, M. (2015). Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances. *Journal of Environmental Management*, 161, 287–302. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.07.008>.

Cheong, D., & Hansen, C. L. (2008). Effect of feeding strategy on the stability of anaerobic sequencing batch reactor responses to organic loading conditions. *Bioresource Technology*, 99, 5058–5068. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.08.084>.

Galanakis, C. (2020). *The interaction of Food Industry and Environment*. London: Academic Press.

Martinez-Sosa, D., Torrijos, M., Buitron, G., Sousbie, P., & Devillers, P. H. (2009). Treatment of fatty solid waste from the meat industry in an anaerobic sequencing batch reactor : start-up period and establishment of the design criteria. *Water Science and Technology*, 2245–2252. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.658>.

Masse, D. I., & Masse, L. (2001). The effect of temperature on slaughterhouse wastewater treatment in anaerobic sequencing batch reactors. *Bioresource Technology*, 76, 91-98.

Masse, L., & Masse, D. I. (2000). Treatment of slaughterhouse wastewater in anaerobic sequencing batch reactors. *Canadian Agricultural Engineering*, 42, 139-146.

Masse, L., & Massé, D. I. (2005). Effect of soluble organic, particulate organic , and hydraulic shock loads on anaerobic sequencing batch reactors treating slaughterhouse



wastewater at 20 ° C. *Process Biochemistry*, 40, 1225–1232.
<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2004.04.012>

EMPLEO DE MATRICES BIOPOLIMÉRICAS ENTRECruzADAS CON AZUFRE COMO RECUBRIMIENTO DE UREA PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL FERTILIZANTE

*Farioli, Ana Sofía¹; Martínez, María Victoria¹; Montilla, Johana¹; Barbero, Cesar Alfredo²;
Acevedo, Diego Fernando¹; Yslas, Edith Ines³.*

¹Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados (IITEMA CONICET-UNRC), Facultad de Ingeniería, Dpto. de Tecnología Química Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Cód. Postal 5800 Argentina.

²IITEMA CONICET-UNRC, Facultad de Cs. Exactas Fco. Qco y Naturales. Dpto. de Química, UNRC, Cód. Postal 5800 Argentina.

*³IITEMA CONICET-UNRC, Facultad de Cs. Exactas, Fco. Qco y Naturales. Dpto. de Biología Molecular, UNRC, Río Cuarto, Cód. Postal 5800 Argentina.
afarioli@ing.unrc.edu.ar*

Resumen:

La urea es el fertilizante nitrogenado más utilizado en la mayoría de los cultivos extensivos, pero es muy susceptible a volatilizarse y lixiviarse y esto genera una menor eficiencia agronómica. En el presente trabajo se propone utilizar biopolímeros sintetizados empleando azufre (subproducto de industrias) y aceite vegetal para reducir las pérdidas y aumentar la eficiencia agronómica del fertilizante. Objetivo: Mejorar la eficiencia agronómica de la urea a través de su encapsulamiento dentro de una matriz biopolimérica de bajo costo. Materiales y métodos: El biopolímero se sintetizó por vulcanización inversa (160-180°C), durante 25min), a partir de azufre elemental y aceite de girasol en una relación en masa del 50 % (p-SF). Además, se desarrollaron dos biocompuestos siguiendo el mismo procedimiento de síntesis que el p-SF con incorporación de 0,24 g Urea/g p-SF (B-pSF024) y 0,32 g Urea/g p-SF (B-p-SF032). El p-SF se caracterizó por calorimetría diferencial de barrido (DSC), su microestructura por imágenes SEM, y se determinó el ángulo de contacto. Además, la estructura química del p-SF y la eficiencia de incorporación de urea a B-p-SF024 y B-p-SF032 se estudió por espectroscopia infrarroja (FT-IR). Se realizó un ensayo en cámara de crecimiento para cultivos de maíz sembrados en macetas de 1 litro usando tierra proporcionada de un campo de la región de Río Cuarto, bajo condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y fotoperiodo. Se aplicaron 4 tratamientos con 10 plantas por cada uno: un testigo (sin p-SF ni urea), dos tratamientos con los bio-compuestos: B-p-SF024 y B-p-SF032 y uno que contenía únicamente el p-SF. Los cultivos fueron cosechados durante la fase vegetativa, a los 68 días de ser sembrados, y en esa instancia se evaluaron distintos parámetros para evidenciar el impacto de cada uno de los tratamientos sobre el crecimiento de los cultivos de maíz. Para analizar la efectividad de los tratamientos se determinó el promedio de: la longitud desde el tallo a la punta de la hoja, largo, ancho de las hojas, área foliar, índice de área foliar, longitud de la parte radical; el número de hojas y la altura total. Los datos de materia seca de la parte aérea (PA) y de la parte radical (PR) se analizaron mediante test estadístico Anova, Tukey.

Resultados y discusión: Por vulcanización inversa se obtuvo el p-SF de color marrón similar a una esponja y los B-p-SF024 y B-p-SF032 con urea encapsulada no observándose urea libre en el reactor luego de la síntesis indicando que toda la urea quedó retenida en la estructura del bio-compuesto, lo que corroboró mediante FT-IR. Los espectros FT-IR mostraron que los dobles enlaces del aceite de girasol reaccionan para formar el polímero. El DSC evidencia un 33 % de azufre libre en la estructura del p-SF y las imágenes SEM revelan una estructura porosa heterogénea. Mediante las medias de ángulo de contacto se demostró el carácter hidrofóbico del p-SF, y la capacidad para incorporar agua en su estructura. El impacto de p-SF, B-p-SF024 y B-p-SF032 sobre el crecimiento de los cultivos de maíz empleando un modelo comparativo donde se compararon los valores obtenidos en cada tratamiento y entre los diferentes tratamientos manifestó que la urea encapsulada en B-p-SF032 produce mejoras significativas en relación con el tratamiento testigo y con p-SF. Conclusión: Los biopolímeros entrecruzados con azufre (p-SF) sintetizados por vulcanización inversa son una alternativa factible para mejorar la eficiencia agronómica de la urea ya que los bio-compuestos B-p-SF024 y B-p-SF032 aplicados como fertilizante mostraron un impacto positivo sobre el crecimiento del cultivo en la etapa vegetativa, respecto al tratamiento testigo. Además, los resultados revelan que la urea encapsulada se libera para ser aprovechada por el cultivo. Por otra parte, la matriz bio-polimérica propuesta es amigable con el medio ambiente, y puede ser producida a partir de materias primas de bajo costo.

Palabras clave: Eficiencia agronómica de Urea, Biopolímeros, Vulcanización Inversa, Nutrientes.

1. Introducción:

Según informes de la Organización de las Naciones Unidas, se proyecta que la población mundial aumente en algo más de mil millones de personas en los próximos 13 años, alcanzando los 11.200 millones en 2100 (UN DESA, 2022). El crecimiento acelerado de la población es una problemática que demanda desarrollar nuevas alternativas en la producción de alimentos para poder cubrir las necesidades. Además, el crecimiento demográfico provoca en una reducción de la superficie cultivable, surge así la necesidad de aumentar el rendimiento de los cultivos. Actualmente se emplean fertilizantes cada cultivo en particular. De todos los fertilizantes, el de mayor relevancia es el nitrógeno (Manfred, 2014). El nitrógeno es aportado al suelo en forma de Urea, produciéndose pérdidas de hasta el 50% debido a procesos naturales de lixiviación y desnitrificación (Mann et al., 2019), contaminando además aguas subterráneas, ríos y lagos causando daños ecológicos, y riesgo para la salud animal y humana. Por todo lo mencionado, se propone el encapsulamiento de Urea en una matriz biopolimérica biodegradable sintetizada a partir de azufre elemental y aceite de girasol, que no causa efectos negativos sobre los ecosistemas y que además promete ser una tecnología rentable para atender las necesidades de una población en ascenso. A través de la estrategia de

encapsulamiento de la Urea en una matriz biopolimérica, esta puede estar disponible durante los largos ciclos de crecimiento de los cultivos. Las dos materias primas propuestas son de bajo costo y ampliamente disponibles en el mercado. En lo que respecta al azufre, éste se considera como uno de los principales residuos de la industria petroquímica, con escasa industrialización, de este modo se le da valor agregado al azufre (Worthington et al., 2017). Por otra parte, el aceite de girasol es de origen renovable, pudiéndose usar para la síntesis del biopolímero aceite de girasol usado. Es así que el material compuesto: biopolímero-Urea alineado con los principios de la Química Verde representa un beneficio para la sociedad, tanto en el aspecto económico porque promete un aprovechamiento total de la Urea aplicada, como el social, porque se evitarían los efectos adversos que la lixiviación de la misma que trae aparejado implicancias negativas sobre la salud, y sobre el medio ambiente, reduciendo el impacto ambiental que conlleva el usos extensivo de Urea para el desarrollo de la actividad Agrícola.

2. Materiales y métodos:

2.1. **Síntesis matriz biopolimérica (p-SF):** El biopolímero a base de azufre elemental (S) y Aceite de girasol (SF) se sintetizó por vulcanización inversa (Zhao et al., 2020).

Caracterización matriz biopolimérica (p-SF): La morfología y microestructura del biopolímero (p-SF) se observó por Microscopia Electrónica de Barrido (SEM) (Carl Zeiss-Sigma, 0.1 -30 kV de tensión de aceleración). La estructura química del p-SF se estudió mediante FTIR-ATR un espectrómetro infrarrojo Bruker Tensor 27. La determinación del porcentaje de azufre libre en p- SF se analizó empleando un calorímetro diferencial de barrido equipado con un dispositivo de enfriamiento (Netzsch DSC-204-F1 -Phoenix). Además, se evaluó la hidrofobicidad del p-SF midiendo el ángulo de contacto estático entre la superficie del biopolímero y una gota de agua destilada de 5 μ l usando un tensiómetro óptico Tetha Flow (Biolin Scientific).

2.2. **Síntesis y caracterización Bio-compuestos: p-SF-Urea:** Los Bio-compuestos se sintetizaron siguiendo el esquema de síntesis planteado en el punto 2.1, con la salvedad de que el aceite junto con la Urea (Aldrich) a 160 °C se adicionó al reactor con el azufre a 160 °C bajo agitación (900 rpm). Se sintetizaron dos Bio-compuestos, variando la masa de Urea y manteniendo constante la relación en masa de aceite de girasol a azufre en 50:50, que se denominaron: B-p-SF024 (0,24 g Urea/g p-SF) y B-p-SF032 (0,32 g Urea/g p-SF).

2.3. **Ensayos de crecimiento en cultivos de maíz:** Se realizaron ensayos de crecimiento en cultivos de maíz, para lo cual se emplearon macetas de 1 litro con tierra de

un campo de la región de Río Cuarto, durante un periodo de 69 días, hasta que el maíz culminó la fase vegetativa. La experiencia se realizó para estudiar el impacto de la matriz biopolimérica p-SF y los dos Bio-compuestos B-p-SF024 y B-p-SF032 sobre el crecimiento de los cultivos. Se realizaron 5 tratamientos con 10 macetas por cada uno: un tratamiento testigo, tratamiento con B-p-SF024, tratamiento con B-p-SF032 y tratamiento con p-S. En cada tratamiento se emplearon masas iguales del Bio-compuesto/biopolímero incorporada junto con las semillas. Los ensayos se llevaron a cabo en cámaras de cultivos bajo condiciones controladas de Temperatura (24-25 °C), humedad del ambiente (60-70 %), fotoperiodo (16 horas de luz, 8 horas de oscuridad) e intensidad de luminiscencia (10000-11000 lux). Las macetas se regaron con agua destilada posterior a la germinación 3 veces a la semana, y el volumen empleado fue de 20 mL. Cumplidos los 69 días desde la siembra, se procedió a cosechar las plantas de maíz y se midieron parámetros condicionantes en el crecimiento de las mismas: Materia seca aérea (PA), materia seca radical (PR), porcentaje de plantas que cumplieron con el desarrollo vegetativo, área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), cantidad promedio de hojas, largo y ancho promedio de las hojas, área promedio de hoja, altura promedio de la planta, longitud promedio parte aérea y radical.

3. Resultados y Discusiones:

3.1. Síntesis y caracterización del biopolímero p-SF: Por vulcanización inversa fue posible sintetizar un biopolímero (p-SF) a base de azufre y aceite de girasol, obteniéndose un material de color marrón claro, macroporoso y de aspecto similar al de una esponja (Fig.1A). Por otra parte, las imágenes SEM revelaron una microestructura rugosa y morfología irregular. En la Fig. 1B y 1C se aprecia la distribución heterogénea de poros que presenta el p-SF.

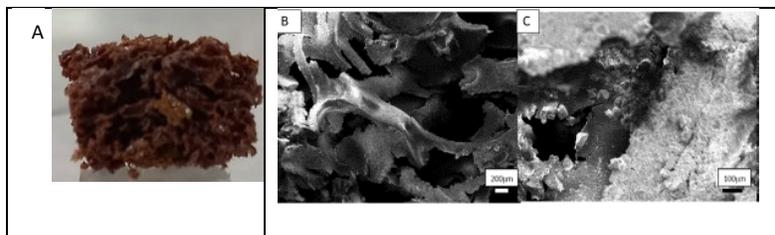


Figura 1: A) Fotografía del p-SF y B y C) Imágenes SEM del p-SF a diferentes magnificaciones

En los espectros FT-IR del aceite vegetal SF y del biopolímero (Fig. 2A) se puede observar para SF, bandas características: en 1700 cm^{-1} que corresponde al estiramiento del carbonilo. El p-SF posee las mismas bandas asignadas al aceite, aunque la banda a

3008 cm^{-1} (estiramiento C-H vinílico) presente en SF no se observa en el p-SF. La ausencia de esta banda en p-SF revela que la polimerización involucra la adición a las insaturaciones de moléculas, generando una estructura saturada (Worthington et al., 2017). Además, en la región comprendida entre 2600 y 2550 cm^{-1} no se observan bandas de absorción en el espectro del biopolímero p-SF, con lo que se puede inferir que durante la polimerización no se formaron grupos tioles, en concordancia con los resultados de Zhao y colaboradores (Zhao et al., 2020). El porcentaje de azufre que reaccionó con los dobles enlaces del SF, se determinó por DSC. La Figura 2B exhibe el DSC del p-SF por duplicado, y se evidencia la presencia de picos característicos de transición y cambio de fase del azufre alrededor de 105 °C y 120 °C (Valle et al., 2019). Estos picos se usaron para determinar el porcentaje de azufre libre, sin reaccionar en p-SF: 33,36 %.

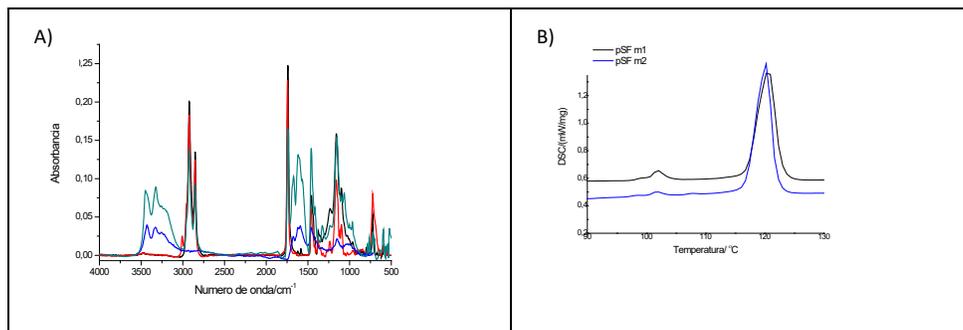


Figura 2: A) FTIR: Línea roja SF, línea negra p-SF, línea azul Urea y línea verde B-p-SF024 y B) DSC p-SF por duplicado: línea negra medida 1 y línea azul medida 2.

Además, se demostró la variación del ángulo de contacto en el tiempo por un periodo de 25 minutos y el carácter hidrofóbico del p-SF. En el tiempo cero el ángulo de contacto entre la gota de agua y la superficie del p-SF fue de 122° (Figura 3A). En los 25 minutos posteriores, el ángulo de contacto disminuyó (Figura 3B), y ello se atribuye a la estructura macroporosa y abierta que presenta el p-SF, permitiendo la incorporación del agua dentro de la matriz biopolimérica.

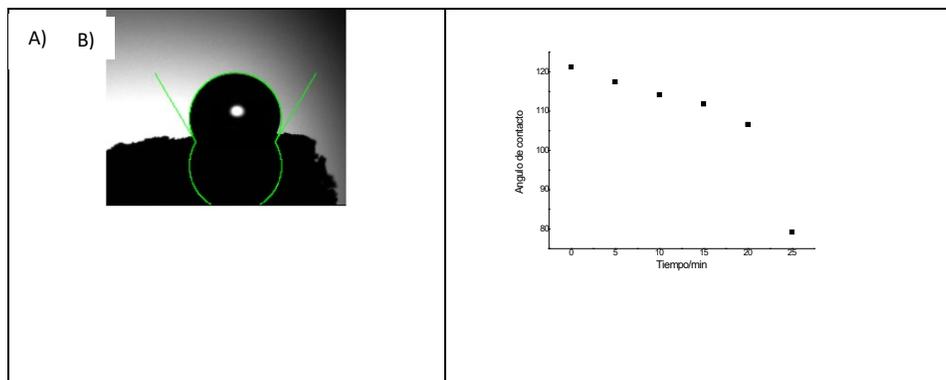


Figura 3: A) Ángulo contacto al tiempo cero, B) variación del ángulo de contacto con el tiempo

3.2. Síntesis y caracterización Bio-Compuestos: Los Bio-compuestos B-p-SF024 y B-p-SF032 se sintetizaron exitosamente por vulcanización inversa. Mediante una inspección visual se observa la presencia de Urea en la matriz de p-SF. Además, para corroborar la existencia de Urea en los Bio-compuestos, se realizaron espectros FT-IR a la Urea y al B-pSF024 (Figura 2A). El B-pSF024, a diferencia del p-SF presenta picos característicos de la Urea: estiramiento y deformación N-H en 3455 cm^{-1} y 1625 cm^{-1} , respectivamente (Manivannan & Rajendran, 2011), con lo que se corrobora la presencia de Urea encapsulada en la matriz de p-SF como se había supuesto a partir de la inspección visual. Además, el espectro FT-IR del B-p-SF024 presentan picos similares al p-SF con lo que es posible concluir que la incorporación de Urea en la síntesis no altera a estructura del biopolímero.

3.3. Ensayos de crecimiento en cultivos de maíz: Cumplido el ciclo vegetativo (69 días), se observó que todas las plantas de cada uno de los tratamientos habían crecido, lo que se traduce en un porcentaje de crecimiento del 100 % en cada caso. En la Tabla 1 se presentan los parámetros determinados como un promedio de los datos referidos a las 10 plantas cosechadas por tratamiento. Además, se realizó un análisis estadístico Anova y Tukey con un valor de $p < 0,05$ (Figura 4). Como puede observarse en la Figura 4, el Bio-compuesto B-p-SF032 aplicado como fertilizante muestra diferencias significativas respecto al Testigo en lo relativo PR y tratamiento con B-p-SF032 muestra diferencias significativas con respecto a p-SF y testigo. Con lo cual se puede inferir que el B-p-SF032 mejora el crecimiento vegetativo del cultivo de maíz.

Tabla 1: Valores de parámetros de crecimiento de los cuatro tratamientos expresados como promedio.				
	Testigo	p-SF	B-p-SF024	B-p-SF032
Longitud desde comienzo del tallo a la punta de la hoja (cm)	140	138	139	142
Cantidad de hojas	5,5	6	5	4
Largo de hoja (cm)	65	66	64	65
Ancho de hoja (cm)	4	3	4	4
Área de hoja (cm ²)	260	198	256	260
Longitud raíz (cm)	50	45	50	40
Altura total promedio (cm)	190	183	189	182
Área Foliar (AF)	1430	1188	1280	1040
Índice área foliar (IAF)	14,3	11,88	12,8	10,4

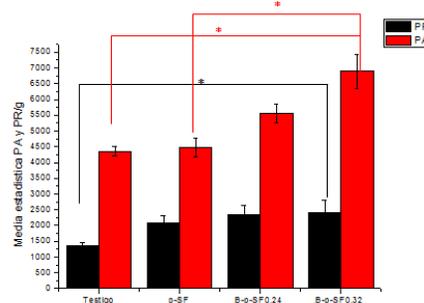


Figura 4: PA y PR cuatro tratamientos. Los valores representan media \pm SD. * indican los tratamientos que presentan diferencias significativas $p < 0,05$.

4. Conclusión:

Los biopolímeros entrecruzados con azufre (p-SF) sintetizados por vulcanización inversa son una alternativa factible para mejorar la eficiencia agronómica de la Urea ya que el Bio-compuesto B-p-SF032 aplicado como fertilizante muestra diferencias significativas respecto al Testigo y tratamiento: p-SF, lo cual demuestra el impacto positivo que tiene sobre el crecimiento del cultivo en la etapa vegetativa. Además, los resultados revelan que la Urea encapsulada se libera para ser aprovechada por el cultivo. Por otra parte, la matriz Bio-polimérica propuesta es amigable con el medio ambiente, y puede ser producida a partir de materias primas de bajo costo.

5. Agradecimientos:

Los autores agradecen al IITEMA-UNRC, como así también al FONCyT, Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Río Cuarto (SECyT-UNRC) por el apoyo financiero. S.F agradece a FonCyT por la beca doctoral otorgada, E.Y y D.A son investigadores CONICET y al comité organizador del 3er JONAS por la invitación.

6. Bibliografía:

- Drelich, J. W. (2019). Contact angles: From past mistakes to new developments through liquid-solid adhesion measurements. *Advances in Colloid and Interface Science*, 267, 1–14. <https://doi.org/10.1016/J.CIS.2019.02.002>
- Manfred. (2014). *Herramientas para la optimización en el uso de fertilizantes nitrogenados en maíz bajo riego suplementario*. El grupo de Riego del INTA.
- Manivannan, M., & Rajendran, S. (2011). Investigation of inhibitive action of urea-Zn²⁺ system in the corrosion control of carbon steel in sea water. *J. Eng. Sci. Technol.*, 3(11).
- Mann, M., Kruger, J. E., Andari, F., McErlean, J., Gascooke, J. R., Smith, J. A., Worthington, M. J. H., McKinley, C. C. C., Campbell, J. A., Lewis, D. A., Hasell, T., Perkins, M. V., & Chalker, J. M. (2019). Sulfur polymer composites as controlled-release fertilisers. *Organic and Biomolecular Chemistry*, 17(7), 1929–1936. <https://doi.org/10.1039/c8ob02130a>
- Ren, Z., Jiang, X., Liu, L., Yin, C., Wang, S., & Yang, X. (2021). Modification of high-sulfur polymer using

- a mixture porogen and its application as advanced adsorbents for Au(III) from wastewater. *Journal of Molecular Liquids*, 328. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.115437>
- Uebele, D. T. R., Téllez Soto, C. A., Galvão, N. K. A. M., Tim, C. R., da Silva Sobrinho, A. S., Pessoa, R. S., & dos Santos, L. (2022). Ozonizing sunflower oil using Fourier-transform infrared spectroscopy for product characterization. *Vibrational Spectroscopy*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2022.103460>
- UN DESA. (2022). World Population Prospects; Methodology of the United Nations population estimates and projections (UN. *World Population Prospects/UN DESA/POP/2022/TR/NO. 4 Department of Economic and Social Affairs Population Division, (UN DESA/P(4).*
- Valle, S. F., Giroto, A. S., Klaic, R., Guimarães, G. G. F., & Ribeiro, C. (2019). Sulfur fertilizer based on inverse vulcanization process with soybean oil. *Polymer Degradation and Stability*, 162, 102–105. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2019.02.011>
- Worthington, M. J. H., Kucera, R. L., & Chalker, J. M. (2017). Green chemistry and polymers made from sulfur. *Green Chemistry*, 19(12), 2748–2761. <https://doi.org/10.1039/c7gc00014f>
- Zhao, X., Qi, X., Chen, Q., Ao, X., & Guo, Y. (2020). Sulfur-Modified Coated Slow-Release Fertilizer Based on Castor Oil: Synthesis and a Controlled-Release Model. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 8(49), 18044–18053. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c06056>

EVALUACIÓN DE PROPIEDADES BIO Y TECNOFUNCIONALES DE CONCENTRADO PREOTEICO DE MANÍ COMO UN POTENCIAL INGREDIENTE ALIMENTARIO

Martín Costa, Amadeo O¹; Vico, Ana P¹; Mauri, Adriana N² y Montenegro, Mariana A¹.

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnología (IMITAB), Universidad Nacional Villa María (UNVM), Campus Universitario. Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba, Argentina

² Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA)- Universidad Nacional de La Plata, Calle 47 Esq. 116, La Plata, Buenos Aires, Argentina

Dirección de e-mail: amadeo.martincosta@gmail.com

Resumen

Por su alto contenido proteico, sus propiedades funcionales, alto valor nutricional y bajo costo, la proteína de maní está encontrando una aplicación más amplia en la industria alimentaria. El expeller de maní procedente de la extracción de aceite por prensado (sin solventes), resulta una materia prima sumamente interesante para la producción sostenible de concentrado de proteína de maní (CPM). El CPM se puede obtener con un alto rendimiento de proteínas mediante un proceso sencillo de disolución alcalina y precipitación ácida, con equipamiento similar al empleado para la obtención de otros productos de origen vegetal, lo cual hace posible y viable el escalado a nivel industrial. El CPM podría ser utilizado a nivel industrial como un ingrediente para la formulación de alimentos, ya sea como fuente proteica (78% de proteínas), y como aditivo bio o tecnofuncional (elevada actividad antioxidante, ausencia de citotoxicidad, y buenas propiedades funcionales). El objetivo del presente trabajo fue realizar la caracterización fisicoquímica, biológica y tecnofuncional de concentrados proteicos vegetales de maní y soja para evaluar la potencialidad que tiene el CPM como ingrediente alimentario. Se analizó comparativamente el CPM con un concentrado comercial de soja (CPSC) ampliamente estudiado y utilizado a nivel industrial. Se evaluó actividad antioxidante (AA) como poder reductor (FRAP), desactivación de los radicales HO^{*} y ABTS⁺, composición química (proteína, grasa, cenizas, humedad, carbohidratos), color, propiedades tecnofuncionales (capacidad de retención de agua, capacidad de retención de grasa, solubilidad, propiedades espumantes y emulsionantes) y el perfil proteico mediante SDS-PAGE. En relación a las propiedades funcionales resulta destacable que el CPM presentó mayor solubilidad y capacidad de estabilizar emulsiones. La solubilidad de las proteínas es una de las propiedades funcionales más importantes y buscadas a nivel industrial, considerada como la propiedad tecnofuncional más importante. Para la utilización de las proteínas en muchos productos es necesaria su solubilización, por encima de un 80%. El CPM presentó una solubilidad del 94 % frente al 43 % del CPSC. La mayor solubilidad del CPM lo convierte en un potencial ingrediente y fuente de proteínas para utilizar a nivel industrial en productos que requiera una alta solubilidad. Por otra parte, el CPM presentó mayor AA que el CPSC. Además de las mejoras en la solubilidad y AA, el proceso de obtención del CPM representa una ventaja desde el punto de vista agroecológico como una fuente de proteínas libre de hexano, mercado en expansión. El CPM presenta buenas propiedades tecnofuncionales, AA y contenido proteico, lo que permitiría utilizarlo como ingrediente a nivel industrial, ampliando de esta

manera la utilización de los subproductos generados a partir de la extracción del aceite como fuente de proteína en la dieta humana.

Introducción

La población está en aumento, y con ella la necesidad de nuevas fuentes de proteínas. En 2022 la población era de 7,9 mil millones de personas y se espera que para 2050 llegue a 9,67 mil millones (UN, 2022). Las proteínas vegetales se posicionan como una fuente proteica, con las ventajas de que son asequibles y tienen un bajo impacto ambiental (Boukid, 2022). La industria agroalimentaria, persiguiendo su desarrollo sostenible, avanza en el aprovechamiento de subproductos como fuente de biopolímeros, nutrientes y compuestos bioactivos. Esta utilidad potencial los convierte en coproductos (Cp), generando valor agregado a lo que, de otra manera, sería un desecho. Entre los Cp más relevantes de la provincia de Córdoba, están los de la industria oleaginosa. El expeller de maní procedente de la extracción de aceite por prensado (sin solventes), resulta una materia prima interesante para la producción sostenible de proteína de maní (CPM). El concentrado de CPM por su contenido proteico, propiedades funcionales, alto valor nutricional, funcionalidad biológica y bajo costo, está encontrando una aplicación más amplia. El CPM se puede obtener con un alto rendimiento de proteínas mediante un proceso sencillo de disolución alcalina y precipitación ácida, con equipamiento similar al empleado para la obtención de otros productos vegetales, lo cual hace posible su escalado. El CPM podría ser utilizado a nivel industrial como un ingrediente para la formulación de alimentos, ya sea como fuente proteica (78% de proteínas), y como aditivo bio o tecnofuncional por su elevada actividad antioxidante (AA), ausencia de citotoxicidad, y buenas propiedades funcionales. El objetivo del presente trabajo fue comparar el CPM obtenido con un concentrado proteico de soja comercial (CPSC), ampliamente estudiado y muy utilizado a nivel industrial, para evaluar la potencialidad que tiene el CPM como ingrediente.

Materiales y Métodos

1. Caracterización del CPSC y comparación con CPM

Se trabajó con muestras de expeller de maní procedentes de la extracción de aceite por prensado, gentilmente donadas por la empresa JL Productos Alimenticios SA - LORENZATI, RUETSCH Y CÍA. SA. Se realizó el proceso de extracción alcalina de proteínas a partir de una muestra de HEM. Luego se realizó una posterior precipitación ácida para obtener Concentrados Proteicos de Maní (CPM). Para la comparación fue utilizado el concentrado de soja Supro 500 E, provisto por NOURISH de IFF (Argentina).

1.1 Determinación de propiedades funcionales

La **capacidad de retención de agua** (CRA) se determinó mediante el protocolo descrito por Gong y col. (2016) con modificaciones. Se colocó 1 g de muestra (W_0) en un tubo de centrífuga y se pesó junto con el (W_1). Luego, se agregaron 10 ml de agua destilada a la muestra y se mezcló. Se centrifugó y se descartó el sobrenadante y se pesó el tubo de centrífuga que contenía el sedimento (W_2). La CRA fue siguiendo la Ec. 1:

$$CRA(\text{g de agua por g de proteína}) = \frac{(W_2 - W_1)}{W_0}$$

Ec.1

La **capacidad de retención de grasa** (CRG) se determinó siguiendo el método informado por Ma y col. (2017).

Se colocó 1 g de muestra (W_0) en un tubo de centrifuga y se pesó con el tubo (W_1). Luego, se añadieron 5 ml de aceite de soja a la muestra y se mezcló 5 min. Se dejó reposar y luego se centrifugó. Se decantó el sobrenadante de aceite y se pesó (W_2) el tubo con el sedimento. La CRG fue calculada según la Ec. 2:

$$CRG(g \text{ de grasa por } g \text{ de proteína}) = \frac{(W_2 - W_1)}{W_0} \quad \text{Ec.2}$$

La evaluación de **capacidad espumante (ECE)** y la **estabilidad de la espuma (EEE)** se determinaron siguiendo el método informado por Ma y col. (2017). En una probeta se midió el volumen de espuma inicial luego de homogenizar a 10.000 rpm 2 min una suspensión al 1% (p/v) de muestra (V_1) para la ECE, y se midió el volumen de espuma después de reposar a durante 30 min (V_3) para la EEE. La ECE se calculó con Ec. 3:

$$ECE(\%) = \frac{(V_1 + V_2 - V_0)}{V_0} \times 100 \quad \text{Ec.3}$$

donde V_2 es el volumen de líquido después de agitar. La EEE se calculó con Ec. 4:

$$EEE(\%) = \frac{(V_3)}{V_1} \times 100 \quad \text{Ec.4}$$

La **solubilidad** fue determinada siguiendo el protocolo descrito por Gong y col. (2016) con modificaciones. La solubilidad se calculó con la Ec. 5. La proteína en sobrenadante y en el concentrado se midió mediante Bradford y Kjeldahl, respectivamente.

$$Solubilidad = \frac{\text{Contenido de proteína en sobrenadante}}{\text{Contenido de proteína es aislado}} \times 100 \quad \text{Ec.5}$$

Las **propiedades emulsionantes** de las proteínas alimentarias se evalúan generalmente mediante el índice de actividad de la emulsión (EAI). Esta fue evaluada conforme a la metodología propuesta por Gong y col. (2016). Las emulsiones se prepararon mezclando 30 mL de dispersión de la muestra al 0,1% (p/v) con agua y se ajustaron a pH 7. Luego se agregaron 10 mL de aceite de soja y se realizó una homogeneización a 10.000 rpm durante 3 min. Se midió la absorbancia de las emulsiones diluidas a 500 nm. Los valores de EAI se calcularon utilizando la Ec. 6.

$$EAI \left(\frac{m2}{g} \right) = \frac{2 \times 2,303 \times A_0 \times DF}{C \times \varphi \times \theta \times 10.000} \quad \text{Ec.6}$$

donde, A_0 es la absorbancia inicial a 500 nm, DF es el factor de dilución, C es la concentración inicial de proteína (g/mL), φ es el paso óptico y θ es la fracción de volumen de aceite en la emulsión. Para la determinación del color se utilizó un colorímetro (Konica Minolta CR-400, Tokio, Japón) y se basó en el espacio de color CIELab. Se calculó el índice de pardeamiento (BI) utilizando las Ec. 7 y 8:

$$BI = 100(X - 0.31)/0.17 \quad \text{Ec. (7)}$$

$$X = (a^* + 1.75 L^*) / (5.645 L^* + a^* - 3.012 b^*) \quad \text{Ec. (8)}$$

1.2 Actividad Antioxidante

Se evaluó el poder reductor del ion férrico **FRAP** (Benice y col., 1996), la desactivación del radical catión **ABTS⁺** (Re y col., 1999) y la **desactivación del radical HO[•]** generado por reacción de Fenton y oxidación de la 2-Desoxi-D-ribose (Boiero y col., 2014). La AA

se expresó como la concentración de proteína (mg/mL) para inhibir el 50% del radical (CE_{50}), en equivalente de Trolox (TEAC) ($\mu\text{mol TE/mg}$ de muestra de proteína) con la Ec. 9 y en Eq. de Manitol (MEA) ($\mu\text{mol ME / mg}$ de muestra de proteína) Ec. 10.

$$TEAC = \frac{\text{pendiente para cada muestra (mg}^{-1}\text{L)}}{\text{pendiente para Trolox estándar (}\mu\text{ mol}^{-1}\text{L)}} \quad (9) \quad MEA = \frac{\text{pendiente para cada muestra (mg}^{-1}\text{L)}}{\text{pendiente para ME estándar (}\mu\text{ mol}^{-1}\text{L)}} \quad (10)$$

1.3 Electroforesis en Gel de Poliacrilamida

El perfil proteico de las muestras se evaluó mediante electroforesis en gel de poliacrilamida con dodecil-sulfato de sodio (SDS-PAGE) por sus siglas en inglés. SDS-PAGE se realizó con un gel de poliacrilamida de 15% a un pH de 8.8, que contiene un 10% m/v de SDS preparado según el protocolo de Laemmli (1970). Se utilizó un gradiente lineal de disolvente B del 10% al 80% en 40 min. Las proteínas del maní se identificaron por comparación con los estándares mediante el peso molecular.

Resultados y Discusión

1. Caracterización del Concentrado de Proteína de Soja Comercial en comparación con CPM

1.1. Determinación de propiedades funcionales

Las proteínas vegetales pueden proporcionar a la formulación de alimentos diversas propiedades funcionales (Soria-Hernández y col., 2015). En la Tabla 2 se pueden observar los resultados obtenidos de las propiedades funcionales del CPSC y CPM.

Tabla 2 – Propiedades funcionales CPSC y CPM

Muestra	Prot(%)	CRG (%)	CRA (%)	Sol (%)	FE(%)	EE(%)	EAI (m2/g)	ESI (min)	BI
CPM	76,7±2 ^a	112,23±4,7 ^a	n/d ^a	93,96±0,5 ^a	93,75±7 ^a	36,11±3 ^a	140,6±13 ^a	14,05±4 ^a	25,2±0,8 ^a
CPSC	84,8±2 ^b	166,9±14,4 ^b	649,6±26 ^b	42,90±1,7 ^b	130±13 ^b	96,17±1 ^b	13,90±1 ^b	63,87±13 ^b	17,06±0,1 ^b

Prot: proteína. **CRG:** Capacidad de retención de grasa. **CRA:** Capacidad de retención de agua. **Sol:** Solubilidad. **FE:** Formación de espuma. **EE:** Estabilidad de la espuma. **EAI:** Índice de actividad de la emulsión **ESI:** Estabilidad de la emulsión **BI:** Índice de pardeamiento. **CPM:** Concentrado Proteico de Maní. **CPSC:** Concentrado Proteico de Soja Comercial. Media ± DE(n=3). Las medias con las diferentes letras minúsculas en superíndice dentro de la misma columna son significativamente diferentes(p <0,05).

El CPSC tiene mayor contenido de proteína que el CPM. Sin embargo, deben analizarse otras variables a la hora de comparar las proteínas de ambos concentrados, como son las propiedades funcionales y la calidad nutricional de las mismas. Las proteínas de maní tienen una alta calidad nutricional y una alta digestibilidad (Arya y col., 2016).

En relación a la CRA y CRG el CPSC presenta valores más altos. Se observa una correlación negativa entre la solubilidad y la CRA. En investigaciones anteriores se encontró que una mayor CRA y CRG se debe a un mayor grado de desnaturalización provocando el despliegue de la cadena polipeptídica y, por lo tanto, una mayor capacidad de retención de agua y una menor solubilidad (Jain y col., 2015). Es así como se observa una excelente solubilidad para el CPM pero una CRA no detectada, y para el CPSC se observa lo contrario, muy buena CRA pero muy baja solubilidad. La mayor CRG del CPSC, al igual que en el caso de la CRA, puede deberse a la mayor cantidad de grupos hidrofóbicos expuestos debido a un mayor grado de desnaturalización de la proteína. La proteína al estar más desnaturalizada tiene más sitios hidrofóbicos desplegados, lo que permite que sea mayor la cantidad de aceite que es capaz de ligar. La solubilidad de las proteínas es una de las propiedades funcionales más importantes y buscadas a nivel industrial. Para la utilización de las proteínas en muchos productos



es necesaria su solubilización, por encima de un 80%, (Ma y col., 2017). Además, la solubilidad en agua, es considerada por algunos autores como la propiedad funcional más importante porque de ella depende otras PF, tales como la capacidad espumante y emulsionante (Ovando y col., 2022; C. G. Soria-Hernández y col., 2020).

En relación a las propiedades espumantes las diferencias obtenidas entre ambos concentrados fueron significativas, siendo mejores los valores obtenidos para el CPSC, tanto en formación como estabilidad de la misma. Esto puede deberse a la capacidad de la proteína de migrar a la interfase y al tener mayor cantidad de grupos hidrofóbicos disponibles para estabilizar la interfase. De acuerdo a Liu y col. (2011) diversas investigaciones encontraron que a una mayor hidrofobicidad superficial se observa una mejor capacidad espumante debido a la disminución de la energía de barrera para la absorción de proteína a la interfaz aire-agua. En el caso del CPM los valores obtenidos fueron superiores a los hallados por Wu y col. (2009) quien encontró un 35% de FE para CPM al 72% de proteína. Esto puede deberse a que en dicha investigación el CPM presentaba menor solubilidad (70% de solubilidad). Como se mencionó anteriormente, la formación de espuma es función de la solubilidad del CPM. En relación a la baja estabilidad de la espuma puede deberse a que tiene pocos grupos hidrofóbicos capaces de mantener la espuma por un mayor tiempo (Yu y col., 2007). Este tipo de productos no sería recomendable para sistemas alimenticios que requieran estabilizar espumas como pueden ser helados o tortas (Yu y col., 2007). Tendría que complementarse con otras proteínas que tengan una mayor capacidad de formación y estabilidad de espuma como el caso del CPSC. Conclusiones similares arribaron en el estudio Wu y col. (2009), donde encontraban valores de FE del 28% y 26,5% para CPM.

Se puede observar que el CPM presenta una mejor capacidad emulsionante que el CPSC. Incluso presentó valores mayores que investigaciones anteriores, donde se encontró una EAI de $60,04 \pm 0,62$ para CPM (Wu y col., 2009). Esta mejora sustancial puede deberse a la mayor solubilidad de la proteína en cuestión. Generalmente la hidrofobicidad y la solubilidad de la proteína son los principales factores que determinan las propiedades emulsionantes (Liu y col., 2011). Si bien en el caso del CPSC tendría una mayor desnaturalización por ende mayor hidrofobicidad superficial, lo que llevaría a pensar que tiene una mejor capacidad emulsionante, esta propiedad también depende de la solubilidad de la misma. Se encuentra en bibliografía que la proteína necesita permanecer soluble para exhibir sus propiedades emulsionantes mejoradas (Zhao y col., 2015). En dicha investigación observaron que para CPM la disminución del EAI y ESI estaba asociada con una disminución de la solubilidad, debido a la desnaturalización ocasionada por las altas presiones (300 MPa). Ma y col. (2017) encontraron valores similares donde observaron que una mejora en la solubilidad fue acompañada por una mejora en las propiedades emulsionantes. Sin embargo, se observa en la Tabla 3 que la estabilidad no se mantiene en el tiempo. Esto puede deberse a que posee pocos grupos hidrofóbicos capaces de mantener la emulsión.

Esta mejora en la solubilidad del CPM con respecto a valores encontrados anteriormente, y en relación con el CPSC, puede generar que el CPM represente un potencial ingrediente y fuente de proteínas para utilizar a nivel industrial en productos que requiera una buena solubilidad. Esto permitirá utilizar al concentrado en formulaciones donde las necesidades de las propiedades funcionales no puedan ser

suplida por el CPSC, como por ejemplo una alta solubilidad. Además de esta mejora en la solubilidad, el proceso de obtención de esta fuente de proteína, expeller de extracción de aceite por prensado libre de hexano, representa una ventaja ecológica.

En relación al BI se puede observar tanto en la Tabla 3 como en la Figura 2 que el CPM presenta un valor marcadamente superior. Esto puede representar una desventaja al buscar utilizarlo a nivel industrial ya que podría aportar color a diversas formulaciones. Es necesario evaluar cuanto influye la incorporación del CPM como ingrediente.



Figura 2 – Polvo (A) CPM (B) CPSC

1.2. Actividad Antioxidante

En la Tabla 3 se observan los resultados de actividad antioxidante obtenidos para el CPM y el CPSC. Se observa que, para los tres análisis realizados, el CPM presentó mayor actividad antioxidante, particularmente para la desactivación del catión ABTS^{•+} en la que se observa la mayor diferencia entre ambos, siendo 9 veces menor su CE₅₀. También se observa una mejor AA del CPM para los análisis de FRAP y desactivación del radical HO[•]. Esta mejora en la AA representa una gran ventaja del CPM.

Tabla 3 – Actividad Antioxidante CPSC y CPM

Muestra	ABTS ^{•+}		FRAP	Desactivación del radical HO [•]	
	TEAC ¹	EC ₅₀ ²	TEAC FRAP ¹	MEA ³	EC ₅₀ ²
CPSC	0,00477 ± 0,0001 ^a	413,78±0,5 ^a	0,0115±0,0003 ^a	4,19 ± 0,11 ^a	919,41 ± 34,21 ^a
CPM	0,0388 ± 0,005 ^b	45,42±3,89 ^b	0,0235 ± 0,001 ^b	6,38 ± 0,28 ^b	608,09 ± 27,5 ^b

¹ TEAC (μmol de TE / mg de muestra de proteína). ² EC₅₀(μg proteína /mL). ³ MEA (μmol de ME / mg de muestra de proteína). Media ± DE (n=3). Las medias con las diferentes letras minúsculas en superíndice dentro de la misma columna son significativamente diferentes (p <0,05). **CPM**: Concentrado Proteico de Maní. **CPSC**: Concentrado Proteico de Soja

1.3. Electroforesis en Gel de Poliacrilamida

Se observó un perfil proteico característico de proteínas de maní (Conarachin I entre 10-20kDa, Arachin I entre 25-37kDa y Conarachin II entre 50-100kDa). La Arachin y la Conarachin son las principales fracciones proteicas, representando casi el 75% de las proteínas del maní (Ma y col., 2017). Para el caso del CPSC se observa el perfil característico de la proteína de soja encontrado en bibliografía (L'Hocine y col., 2006).

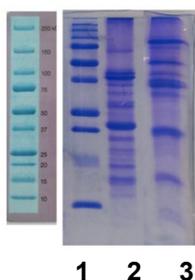


Figura 3 – Perfil proteico mediante SDS Page Glicina

1. Marcador de peso molecular; 2. CPM 3. CPSC

Conclusiones

Se puede evidenciar que las propiedades funcionales del CPM y el CPSC fueron significativamente diferentes. El CPM presentó mejores valores de solubilidad e índice de actividad de la emulsión, convirtiéndose así un potencial ingrediente para utilizar a nivel industrial para alimentos donde se requiera una alta solubilidad principalmente, propiedad que es muy baja en el CPSC y que actualmente no puede suplir dicho ingrediente a nivel industrial. Además, el CPM presentó mayor AA que el CPSC para los tres métodos analizados. También el proceso de obtención del CPM representa una ventaja desde el punto de vista agroecológico como una fuente de proteínas libre de hexano. De esta manera se vería ampliada la utilización de los subproductos generados a partir de la extracción del aceite como fuente de proteína en la dieta humana.

Bibliografía

- Arya, S. S., Salve, A. R., & Chauhan, S. (2016). Peanuts as functional food: a review. In *Journal of Food Science and Technology* (Vol. 53, Issue 1, pp. 31–41). Springer India. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2007-9>
- Boiero, M. L., Mandrioli, M., Vanden Braber, N., Rodriguez-Estrada, M. T., García, N. A., Borsarelli, C. D., & Montenegro, M. A. (2014). Gum arabic microcapsules as protectors of the photoinduced degradation of riboflavin in whole milk. *Journal of Dairy Science*, 97(9), 5328–5336. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7886>
- Boukid, F. (2022). Review Peanut protein – an underutilised by-product with great potential : a review. 5585–5591. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15495>
- Gong, K. J., Shi, A. M., Liu, H. Z., Liu, L., Hu, H., Adhikari, B., & Wang, Q. (2016). Emulsifying properties and structure changes of spray and freeze-dried peanut protein isolate. *Journal of Food Engineering*, 170, 33–40. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2015.09.011>
- Jain, A., Prakash, M., & Radha, C. (2015). Extraction and evaluation of functional properties of groundnut protein concentrate. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6655–6662. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1758-7>
- L'Hocine, L., Boye, J. I., & Arcand, Y. (2006). Composition and functional properties of soy protein isolates prepared using alternative defatting and extraction procedures. *Journal of Food Science*, 71(3). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.tb15609.x>
- Laemmli, U. K. (1970). Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. *Nature Publishing Group*, 227(August), 680–685. <http://www.mendeley.com/research/discreteness-conductance-chng-e-n-bimolecular-lipid-membrane-presence-certin-antibiotics/>
- Liu, Y., Zhao, G., Ren, J., Zhao, M., & Yang, B. (2011). Effect of denaturation during extraction on the conformational and functional properties of peanut protein isolate. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12(3), 375–380. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2011.01.012>
- Ma, T., Zhu, H., Wang, J., Wang, Q., Yu, L. L., & Sun, B. (2017). Influence of extraction and solubilizing treatments on the molecular structure and functional properties of peanut protein. *Lwt*, 79, 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.037>
- Ovando, E., Rodr, L., & Mar, L. (2022). *Optimization of Soybean Protein Extraction Using By-Products from NaCl Electrolysis as an Application of the Industrial Symbiosis Concept*.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26(98), 1231–1237.
- Soria-Hernández, C. G., Serna-Saldívar, S. O., & Chuck-Hernández, C. (2020). Comparison of physicochemical, functional and nutritional properties between proteins of soybean and a novel mixture of soybean-maize. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(19), 1–14. <https://doi.org/10.3390/app10196998>



- Soria-Hernández, C., Serna-Saldívar, S., & Chuck-Hernández, C. (2015). Physicochemical and functional properties of vegetable and cereal proteins as potential sources of novel food ingredients. *Food Technology and Biotechnology*, 53(3), 269–277. <https://doi.org/10.17113/ftb.53.03.15.3920>
- United Nations. 2022 Revision of World Population Prospects, United Nations. Available online: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp_2022_summary_of_results.pdf (accedido el 11 de septiembre 2023).
- Wu, H., Wang, Q., Ma, T., & Ren, J. (2009). Comparative studies on the functional properties of various protein concentrate preparations of peanut protein. *Food Research International*, 42(3), 343–348. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.12.006>
- Yu, J., Ahmedna, M., & Goktepe, I. (2007). Peanut protein concentrate: Production and functional properties as affected by processing. *Food Chemistry*, 103(1), 121–129. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.08.012>
- Zhao, J., Zhou, T., Zhang, Y., Ni, Y., & Li, Q. (2015). Optimization of arachin extraction from defatted peanut (*Arachis hypogaea*) cakes and effects of ultra-high pressure (UHP) treatment on physicochemical properties of arachin. *Food and Bioprocess Technology*, 95, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.03.009>

EFFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE VARIABLES NUTRICIONALES Y REFERENTES AL PROCESO DE CONSERVACIÓN EN ENSILADO DE MAÍZ

Nioi Mariano^{1.}, Turiello Paula^{2,3.}, Frossasco Georgina^{1,4.}, Juan Monge^{1.}

¹ Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María. Av. Arturo Jauretche 1555. Villa María, Córdoba.

² Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Ruta Nac. 36 km 601. Río Cuarto, Córdoba.

³ Instituto de Formación e Investigación en Nutrición Animal – IFINA. Río Cuarto, Córdoba.

⁴ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA EEA Rafaela. Ruta Nac. 34 km 227, Rafaela, Santa Fe.

Resumen

La técnica de ensilado de planta entera de maíz está ampliamente difundida entre los productores de Argentina, incluyéndose este ingrediente en cantidades significativas en las raciones de bovinos de carne y leche. Por ello, es fundamental conocer su composición y los cambios que ocurren en las variables de interés nutricional y del proceso de conservación producto del tiempo desde su confección hasta su consumo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento en la composición del silaje de maíz. Se utilizó un híbrido de ciclo intermedio, de alto potencial de rendimiento y grano dentado. Se confeccionaron 12 microsilos de 1500 cc, con 1 kg de materia verde cada uno de material picado, compactado y sellado herméticamente. Los cuales fueron asignados en un diseño completamente aleatorizado a 4 tratamientos, T30, T60, T90 y T120 días para 30, 60, 90 y 120 días de almacenamiento, con 3 repeticiones cada uno. En cada instancia se realizaron análisis de los productos finales de fermentación, nutrientes y digestibilidad ruminal del almidón *in situ* a las 7 h. Los datos fueron analizados con Infostat (2020), mediante análisis de la varianza y diferencias entre tratamientos por test de Tukey. Las variables nutricionales materia seca, proteína cruda, almidón, fibra detergente neutro y ácido, así como las variables fermentativas ácido acético, ácido láctico y pH no presentaron variaciones significativas con el incremento del tiempo de almacenamiento ($P > 0,05$). Por otra parte, el contenido de proteína soluble se incrementó significativamente ($P < 0,05$) desde T30 en comparación a T120 (48,23% y 54,98%, respectivamente). Además, la concentración de nitrógeno amoniacal aumentó con el avance del tiempo de almacenamiento, siendo T90 (5,84%) y T120 (6,13%) significativamente mayores a T30 (4,63%) y T60 (4,79%), probablemente debido a la desaminación que ocurre durante el proceso de fermentación bacteriana. La digestibilidad ruminal del almidón *in situ* a las 7 h se maximizó con el tiempo de almacenamiento T120 (72,95%), siendo significativamente ($P < 0,05$) mayor a T30 (68,17%), T60 (69,48%), T90 (67,26%), estos últimos 3 tiempos de almacenamiento no presentaron diferencia significativa entre sí. La mayor digestibilidad



de T120 puede atribuirse a la proteólisis de la matriz proteica de la prolamina que rodea a los gránulos de almidón. En conclusión, bajo las condiciones del presente trabajo, los cambios detectados con efecto del tiempo de almacenamiento en el proceso de conservación del ensilado de maíz deberían ser considerados en la formulación de las raciones y en el análisis de su costo en los sistemas de producción animal.

Palabras clave: digestibilidad, proteólisis, silaje de maíz, tiempo almacenamiento.

Introducción

La técnica de ensilado de planta entera de maíz está ampliamente difundida entre los productores de toda Argentina. El silaje es el resultado del proceso de acidificación del medio por eliminación del oxígeno y la posterior fermentación, lo que permite estabilizar el material para utilizarlo (idealmente) a partir de 60 días pudiendo conservarse hasta años si no modifican sus condiciones.

Es fundamental conocer la composición del silaje de maíz y los cambios en las variables de interés nutricional y del proceso de conservación producto del tiempo desde ensilado, ya que su incorporación en las raciones de los rodeos bovinos tiene alta incidencia sobre la producción de leche y/o carne.

Durante la fase anaeróbica del ensilado, las bacterias ácido lácticas (BAC), fermentan carbohidratos solubles produciendo ácidos, principalmente ácido láctico. Esta fase tiene una duración variable, dependiendo de diversos factores, hasta que la masa de forraje llega a la fase estable. Sin embargo, hay cambios que siguen ocurriendo más allá de esta fase.

Conocer el efecto del tiempo almacenamiento en el silaje de maíz en las condiciones de nuestros sistemas es de suma importancia, ya que modificaciones en variables nutricionales y/o fermentativas tienen alto impacto en los sistemas de alimentación bovino. Y en este sentido, tanto el silaje como su tiempo de almacenamiento, definen la calidad del forraje al momento de ser utilizado.

El objetivo del trabajo fue evaluar los cambios en las variables nutricionales y en las variables fermentativas o de conservación, de silajes con distintos tiempos de almacenamiento.



Materiales y métodos

El ensayo se realizó en Gálvez, provincia de Santa Fe (lat: -32.0338978; lon:-61.1453191) donde se tomó un lote de maíz en estado fenológico R5,5. Se utilizó el híbrido DK 7220, sembrado el 28 de diciembre de 2021.

A los 126 días desde la siembra se cosechó la planta entera para ensilado con una picadora integral autopropulsada. El contenido de materia seca (MS) al momento de la cosecha era de 42,12%, estando el grano en media línea de leche.

El tamaño y altura teórica de corte fue de 16 mm y de 25 cm, respectivamente. Se utilizó un inoculante comercial (LACTOgermsAA, Beneficial Germs S.A., Libertad 836, Moreno, Buenos Aires) con BAC a razón de 100 g de inoculante cada 50 Tn de materia verde (MV) de forraje. Se confeccionaron 12 microsilos en recipientes plásticos de 1500 cc con 1 kg de MV cada uno de peso constante, para lograr una densidad equivalente de 666,67 kg MV/m³ (280,8 kg MS/m³). Se sellaron herméticamente para su almacenamiento.

Los tratamientos fueron asignados según los días de almacenamiento: T30 (30 días); T60 (60 días); T90 (90 días) y T120 (120 días). Los microsilos fueron colocados en cajas y almacenados en un lugar cerrado.

Las muestras se remitieron al laboratorio Rock River para su análisis por medio de metodología NIRS (Near-Infrared Reflectance Spectroscopy) para los siguientes parámetros: MS, PC (proteína cruda), proteína soluble expresada como % de la PC (PS, %PC), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro determinado con amilasa en solución de detergente neutro y corregido por cenizas (aFDNom), azúcares solubles en agua (WSC), almidón, ácido láctico, ácido acético, ácido butírico, pH, y D-almidón *in situ* – 7 horas, N-NH₃ expresado como % de la proteína cruda (N-NH₃, %PC) y cenizas.

Los datos fueron analizados con Infostat (Di Rienzo y col., 2011) mediante análisis de la varianza (ANOVA) y diferencias de medias por test de Tukey, para los tratamientos.

Resultados y Discusión

A continuación, en la tabla 1 se presentan los resultados para las variables nutricionales y su variación en el tiempo de almacenamiento.



Tabla 1. Influencia del tiempo de almacenamiento sobre las variables nutricionales en el silaje de maíz. Se presenta el valor promedio de las variables nutricionales en cada tratamiento (% sobre MS a menos que se especifique) y su error estándar (EE).

Variables nutricionales**	Tratamiento*				EE	P-valor
	T30	T60	T90	T120		
MS	40,8	41,1	40,6	40,8	0,77	0,9771
PC	6,5	6,7	6,5	6,7	0,12	0,4402
PS, %PC	47,2 ^a	48,5 ^{ab}	48,7 ^{ab}	54,9 ^b	1,59	0,0344
FDA	18,0	16,8	17,4	15,6	0,64	0,1333
aFDNom	31,3	31,0	31,0	30,5	1,01	0,9417
Azúcar WSC	3,4 ^a	3,9 ^b	3,5 ^{ab}	3,9 ^b	0,09	0,0116
Almidón	43,2	43,1	43,4	45,1	1,35	0,7063
Cenizas	4,0 ^b	3,6 ^{ab}	3,9 ^{ab}	3,4 ^a	0,13	0,0382
D-Almidón <i>in situ</i> . % de Almidón - 7h	68,1 ^{ab}	69,4 ^{ab}	67,2 ^a	72,9 ^b	1,23	0,0489

*Valor promedio de las variables nutricionales en cada tratamiento (% sobre MS a menos que se especifique) y su error estándar (EE). MS (materia seca); PC (proteína cruda); PS%PC (proteína soluble como %PC); FDA (fibra detergente ácido); aFDNom (fibra detergente neutro determinado con amilasa en solución de detergente neutro y corregido por cenizas); Azúcar WSC (contenido de azúcar en solución acuosa); D-Almidón *in situ*. % de Almidón - 7h (digestibilidad ruminal del almidón *in situ* a las 7 h).

**a-b en una misma fila con diferentes superíndices difieren ($P \leq 0.05$) según Tuckey.

El contenido de MS del silaje no varió con el tiempo de almacenamiento; resultados similares fueron encontrados por Ferraretto y col., (2015) y diferentes a los resultados que publicaron Der Bedrosian y col., (2012) quienes encontraron una tendencia general a que el contenido de MS aumente con un almacenamiento prolongado.

El aumento de PS, %PC en el almacenamiento prolongado combinado con una mayor D-almidón permitiría inferir que hubo proteólisis (ruptura de la cadena proteica inicial en cadenas más cortas como resultado de proteasas vegetales y microbianas; Grum y col., 1991) de la matriz proteica que tiene el grano de maíz y dónde se almacenan los gránulos de almidón. Esa matriz proteica (prolaminas) al descomponerse expone los gránulos de almidón favoreciendo su digestión ruminal, viéndose también reflejado en

el aumento de D-almidón ruminal *in situ* 7h. Resultados similares fueron encontrados por Newbold y col., (2006) y Ferraretto y col., (2015).

Las variables FDA, aFDNmo y almidón no presentaron diferencias significativas con el tiempo de almacenamiento. Diferentes resultados encontraron Hristov y col., (2019) quienes informaron una disminución cuadrática de hemicelulosa y PC ligada a FDN durante los primeros 30 días de almacenamiento; el efecto del tiempo de ensilado en su estudio correspondió a cambios observados en la composición química de los silajes, específicamente la desaparición de hemicelulosa, que es la fracción más digerible de las principales células vegetales.

En la tabla 2, se presentan los resultados para las variables fermentativas y su variación en el tiempo de almacenamiento.

Tabla 2. Influencia del tiempo de almacenamiento sobre las variables fermentativas* en el silaje de maíz.

Variables fermentativas	Tratamiento**				EE	P-valor
	T30	T60	T90	T120		
Ácido Láctico	3,0	3,1	3,2	3,1	0,09	0,3152
Ácido Acético	1,0	1,6	1,6	1,3	0,14	0,0928
N-NH ₃ , %PC	4,6 ^a	4,7 ^a	5,8 ^b	6,1 ^b	0,21	0,002
pH	3,9	3,9	3,9	3,9	0,01	0,9512
Ac. láctico/Ac. acético	2,8	1,9	2,0	2,2	0,24	0,1998

*Valor promedio de las variables nutricionales en cada tratamiento (% sobre MS a menos que se especifique) y su error estándar (EE). N-NH₃, %PC (nitrógeno amoniacal como % de la proteína cruda).

**a-b en una misma fila con diferentes superíndices difieren ($P \leq 0.05$) según Tukey.

Varios estudios han demostrado que ciertos componentes químicos y variables de valor nutritivo en el silaje continúan modificándose más allá de la fase activa del silaje. Saylor y col., (2020) y Kleinschmith y col., (2006) reportaron un incremento del pH en almacenamientos prolongados por el uso de aditivos que contienen *L. buchnerii*. *L. buchnerii* tiene la facultad de transformar el ácido láctico en ácido acético durante la fase estable del ensilado en almacenamientos prolongados, lo que explicaría el aumento de pH en almacenamientos prolongados (Hoffmann y col., 2011). Similares resultados



encontraron Bueno y col., (2020) quienes demostraron un incremento de ácido acético con el aumento del tiempo de almacenamiento. En el presente estudio, no se encontraron cambios en las concentraciones de dichos ácidos, el pH presentó un valor a los 30 días de 3,9 y no presentó variaciones hasta los 120 días que duró el estudio. Con respecto a la relación ácido láctico/ácido acético, resultó en un valor mínimo de 1,9 en T60 y uno máximo de 2,8 en T30.

Puede observarse un aumento de N-NH₃, %PC, posiblemente debido a una desaminación (producto del metabolismo microbiano, Grum y col., 1991) de aminoácidos libres, siendo éste un proceso diferente al de proteólisis. Hay una tendencia a mayor D-almidón con el incremento de N-NH₃, %PC. Similares resultados encontraron Der Bedrosian y col. (2012).

Conclusión

En base a la evaluación realizada podemos concluir que el tiempo de almacenamiento tiene efecto sobre algunas variables del silaje de maíz. El tiempo prolongado de almacenamiento resultó en un incremento significativo de la proteína soluble a los 120 días y como consecuencia un aumento en la digestibilidad ruminal del almidón. Estos cambios en las variables debidos al tiempo de almacenamiento podrían servir de fundamento en la toma de decisiones de ciertas estrategias nutricionales y de alimentación a nivel de campo.

Si bien, hay evidencias científicas de cambios en variables nutricionales y fermentativas, en este estudio, no todos los resultados son contundentes y concordantes con las mismas.

Bibliografía

- Bueno, J. L.; Bolson, D. C.; Jacovici, F. A.; Gomes, A. L.; Riveiro, M. G.; Bueno, A. V.; Jobim, C. C.; Daniel, J. L.. (2020). Storage length interacts with maturity to affect nutrient availability in unprocessed flint corn silage. *Revista Brasileira de Zootecnia*. doi:<https://doi.org/10.37496/rbz4920190247>
- Der Bedrosian, M. C.; Nestor Jr, K. E.; Kung Jr, L.. (2012). The effects of hybrid, maturity, and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. *Journal Dairy Science*, 95:5115–5126. doi:<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4833>
- Di Rienzo, J A; Balzarini, M; Casanoves, S; Gonzalez, L A; Tablada, M; Robledo, C W. (2011). InfoStat 2011. Córdoba, Argentina.
- Ferraretto, L. F.; Shaver, R. D.; Massie, S.; Singo, R.; Taysom, D. M.; Brouillette, J. P. (2015). Effect of ensiling time and hibryd type on fermentation profile, nitrogen fractions, and ruminal in vitro starch and neutral detergent fiber digestibility in whole-plant corn silage. *American Registry of Professional Animal Scientists*, 146 - 152. doi:[doi.org/ 10.15232/pas.2014-01371](https://doi.org/10.15232/pas.2014-01371)
- Grum, D. E.; Shockey, W. L.; Weiss, W. P. (1991). Electrophoretic examination of alfalfa silage proteins. *Journal Dairy Science*, 74:146-154.
- Hoffman, P. C.; Esser, N. M.; Shaver, R. D.; Coblenz, W.; Scott, M. P.; Bodnar, A. L.; Schmidt, R.; Charley, B. (2011). Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch protein matrix in high moisture corn. *Journal Dairy Science*, 2465-2474. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2010-3562>
- Hristov, N.; Harper, M. T.; Roth, G.; Canale, C.; Huhtanen, P.; Richard, T. L.; DiMarco, K. (2019). Effects of ensiling time on corn silage neutral detergent fiber degradability and relationship between laboratory fiber analyses and in vivo digestibility. *American Dairy Science Association*. doi:doi.org/10.3168/jds.2019-16917
- Kleinschmit, D. H.; Kung Jr, L. (2006). The Effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 and *Pediococcus pentosaceus* R1094 on the Fermentation of Corn Silage. *Department of Animal and Food Sciences University of Delaware*. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72443-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72443-2)
- Newbold, J. R.; Lewis, E. A.; Lavrijssen, L.; Brand, H. J.; Vedder, H.; Bakker, H. (2006). Effect of storage time on ruminal starch degradability in corn silage. *journal of Dairy Science*, 89(Suppl. 1):190. (Abstr.).
- Saylor, B. A.; Fernandes, T.; Sultana, H.; Gallo, A.; Ferraretto, L. F. (2020). Influence of microbial inoculation and length of storage on fermentation profile, N fractions, and ruminal in situ starch disappearance of whole-plant corn silage. *Animal Feed Science and Technology*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114557>

EFFECTO DEL ATOMIZADO DE QUITOSANO EN LA CONSERVACIÓN DE CALIDAD DE NARANJAS

Raspo, Matías^{1,2,3*}; Caula, M. Andrea¹; Berteau, Melina¹; Sicardi, Camila¹; Gómez, Cesar⁴; Andreatta, Alfonsina^{1,5}

¹ Ingeniería de Procesos Sustentables, UTN Facultad Regional San Francisco, (2400), San Francisco, Argentina.

² Centro Regional de Educación Superior San Francisco, (2400), San Francisco, Córdoba, Argentina.

³ IAPC Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María, (5900) Villa María, Argentina.

⁴ IPQA-Universidad Nacional de Córdoba-CONICET, (5000), Córdoba, Argentina.

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

* E-mail: mraspo@sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

La evaluación de la calidad de las frutas frescas por parte de los consumidores se basa principalmente en su apariencia, sin embargo, características como la textura, el sabor, la conservación de la calidad nutricional y la seguridad alimentaria también influyen en la calidad del producto. Las operaciones de procesamiento de las frutas pueden tener efectos negativos en su calidad, como pardeamiento, sabores extraños y daños en la textura, además de la posible presencia de microorganismos en la superficie que comprometen la estabilidad y seguridad alimentaria. Por lo tanto, se busca encontrar métodos que puedan retardar estos efectos negativos en las frutas frescas. En los últimos tiempos, ha surgido un interés creciente en el uso de biopolímeros en diferentes áreas, como el quitosano, un biopolímero con capacidad de formar películas, lo cual es relevante para la industria del envasado de alimentos. El quitosano es un polisacárido obtenido del procesamiento de los exoesqueletos de camarones y cangrejos, y presenta propiedades como emulsificación, no toxicidad para los humanos, propiedades antimicrobianas y antifúngicas. Además, se ha observado que cuando se utiliza como recubrimiento en frutas, el quitosano puede mejorar la textura, la apariencia, reducir la tasa de respiración y promover una mayor actividad antioxidante. En este estudio, se trabajó con naranjas que fueron atomizadas con una solución que contenía quitosano, sorbitol y ácido gálico, y se compararon con naranjas no atomizadas. Los resultados mostraron que a medida que aumentaba la distancia de atomización y la apertura del atomizador, se lograba una distribución más uniforme de las partículas atomizadas en la superficie de las naranjas. Posteriormente, tanto las naranjas atomizadas como las no atomizadas fueron almacenadas en condiciones controladas de temperatura y humedad durante 21 días. Durante el periodo de almacenamiento, se evaluaron la pérdida de masa, el índice de madurez y la actividad antioxidante de las naranjas. La pérdida de masa se expresó como porcentaje de masa perdida en relación con la masa inicial de la fruta. El índice de madurez se determinó calculando la relación de sólidos solubles totales y acidez titulable de la fruta. La actividad antioxidante se evaluó mediante un método espectrofotométrico que midió la disminución de la absorbancia del radical DPPH· en presencia de antioxidantes. Los resultados mostraron que las naranjas atomizadas experimentaron una reducción de masa y de capacidad antioxidante en

menor medida que las naranjas no atomizadas a lo largo del periodo de almacenamiento. También se observó que la maduración de las naranjas atomizadas fue más lenta en comparación con las no atomizadas. Estas observaciones sugieren que el atomizado con la formulación utilizada puede ser prometedor para la conservación de frutas frescas.

Palabras clave: quitosano, vida útil, recubrimiento comercial, naranjas

1. Introducción

Los frutos cítricos poseen la capacidad de ser preservados durante varias semanas en un margen de temperatura que se encuentra entre los 0 y los 8 °C. La longevidad de su almacenamiento se halla sujeta a una serie de factores, como la variabilidad en las especies cítricas, su grado de maduración al momento de ser cosechados, las condiciones de recolección y las prácticas posteriores a la cosecha. En el transcurso del periodo de almacenamiento, se identifican como principales desafíos que afectan la calidad de estos frutos la proliferación de microorganismos que provocan la putrefacción, así como los daños que surgen debido a la exposición al frío, manifestándose principalmente en la piel de la fruta. Afortunadamente, se han desarrollado una amplia gama de métodos y tratamientos que han demostrado ser altamente eficaces en la conservación de la calidad de los cítricos durante el resguardo a bajas temperaturas.

El quitosano, un polímero natural derivado de la quitina, se ha incorporado exitosamente al proceso de almacenamiento, ya que forma una película protectora sobre la superficie de los cítricos (Hernandez Fortiz et al., 2011). Desempeña un papel fundamental en la industria del envasado de alimentos y se obtiene a partir de los exoesqueletos de crustáceos como camarones y cangrejos. Este polímero presenta notables propiedades de emulsificación y formación de películas, siendo seguro para el consumo humano y exhibiendo propiedades antimicrobianas (Ali et al., 2011) y antifúngicas (El Ghaouth et al., 1992).

Cuando se emplea como recubrimiento en frutas, el quitosano mejora su textura y aspecto, al mismo tiempo que reduce la tasa de respiración y promueve una menor actividad antimicrobiana (Shah & Hashmi, 2020). Khalifa et al. (2017) llevaron a cabo un estudio en el que aplicaron un aerosol de quitosano en manzanas, comparándolas con



manzanas no tratadas. Se observó un aumento significativo en la pérdida de masa y en el área de descomposición en los frutos sin recubrimiento, particularmente cuando se almacenaron a una temperatura de 4 °C durante 35 días.

En este trabajo se utilizaron naranjas y se evaluó la pérdida de masa, el índice de madurez y la actividad antioxidante durante 21 días a 25 °C en naranjas esprayadas con una formulación a base de quitosano y en naranjas sin esprayar utilizadas como blanco.

2. Materiales y métodos

En primer lugar, se analizó como variaba el esprayado según la utilización de diferentes diámetros de apertura del pico de apertura del atomizador, y de distintas distancias de esprayado, para decidir con qué combinación se obtenía un recubrimiento parejo y uniforme. A continuación, se utilizaron 30 naranjas, 15 sin esprayar (blancos) y 15 esprayadas con solución de 1 % p/p de quitosano, 3,62 % p/p de sorbitol y 1 % p/p de ácido gálico. La formulación utilizada es el producto de estudios previos en el cual se optimizó sus propiedades antioxidantes (Raspo et al., 2018). Las naranjas esprayadas y las sin esprayar fueron conservadas en una incubadora marca Faithful – Milab Modelo SPX 70 BIII a una temperatura controlada de 25 °C. Las naranjas se exprimieron y los jugos obtenidos se centrifugaron en una centrifuga Dauerhaft Wende D-400 a 1500 rpm durante 10 minutos. Se utilizó el jugo clarificado para los ensayos.

Se determinó el porcentaje de pérdida de masa de cada una de las naranjas a lo largo de los 21 días analizados respecto a su valor de pesada inicial.

El índice de madurez se determinó del cociente entre la acidez titulable y los sólidos solubles en °Brix. El cálculo de acidez fue referenciado según el ácido predominante y que se corresponde al ácido cítrico. Se tomó una alícuota de 10 ml de jugo de naranja y se tituló con hidróxido de sodio 0,1 N hasta alcanzar el viraje de la fenolftaleína. El porcentaje de ácido cítrico se determinó de acuerdo con la Ecuación 1:

$$\% \text{Ác Cítrico} = \frac{V_{NaOH} \times N \times 0.0064 \times fd}{P_m} \times 100 \quad (1)$$

donde V_{NaOH} es el volumen de hidróxido de sodio gastado, N es la normalidad (en este caso 0,1N), fd es el factor de dilución (10) y P_m son los g del jugo de naranja clarificado. Para la determinación de los °Brix del jugo de naranja, se utilizó un refractómetro (HB Analytical Instruments RHBO-90ATC) que permitió leer del mismo este valor.

El índice de madurez se calculó utilizando la Ecuación 2:

$$\text{Índice de Madurez} = \frac{^{\circ}\text{Brix}}{\% \text{Ác Cítrico}} \quad (2)$$

Para analizar la capacidad antioxidante de los jugos de las naranjas esprayadas y sin esprayar, se utilizó el radical estable DPPH* (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo) como reactivo. Se prepararon diluciones acuosas de 1:100, 1:200, 1:400 y 1:800 de jugo de naranja clarificado; de estas diluciones se toman 2 ml y se añaden 2 ml de solución de DPPH* (0,25 mM) y se realizan las mediciones en un espectrofotómetro ultravioleta visible (HACH-DR2800) a 517 nm al cabo de los 30 minutos. En este sentido, el porcentaje de inhibición del radical DPPH* debido a la presencia de antioxidantes en las muestras fue calculado según la siguiente Ecuación 3:

$$\%Inh = \frac{A_b - A_m}{A_b} \quad (3)$$

donde A_b absorbancia de blanco y A_m es la absorbancia de las diluciones de jugo de naranja clarificado. En este caso se utilizó la determinación IC50 (concentración inhibitoria media) que indica la concentración de las muestras que produjo una inhibición del radical DPPH* del 50% y fue calculada a partir de los gráficos construidos de porcentaje de inhibición vs. concentración de las muestras.

3. Resultados y discusión

Los resultados observados revelaron que la distribución de partículas atomizadas de la formulación se hace más uniforme a medida que la distancia aumenta (10, 15, 20 o 25 cm). Una tendencia similar se logró al aumentar la apertura del atomizador (0,7 mm), cubriendo la mayor parte de la superficie en una sola aplicación.

La Figura 1 muestra el porcentaje de pérdida de masa de las naranjas esprayadas y las sin esprayar a lo largo de los 21 días analizados. Se puede observar que las naranjas esprayadas perdieron menos masa que aquellas sin esprayar, lo cual resulta positivo para la conservación de la fruta, y además permite establecer que el recubrimiento no impacta de manera negativa sobre la misma.

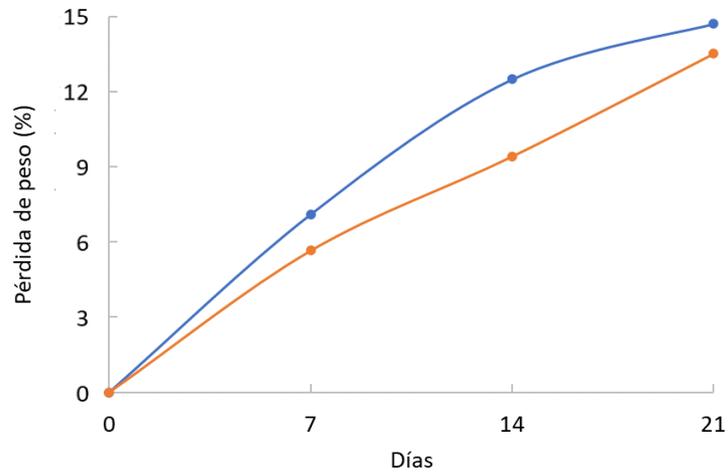


Figura 1. Porcentaje de la pérdida de masa de las naranjas esprayadas (● naranja) y sin esprayar (● azul) a lo largo del tiempo.

Por su parte, la Figura 2 muestra el índice de madurez en este estudio. De esta figura, se puede observar que las naranjas esprayadas maduran más lento que las sin esprayar.

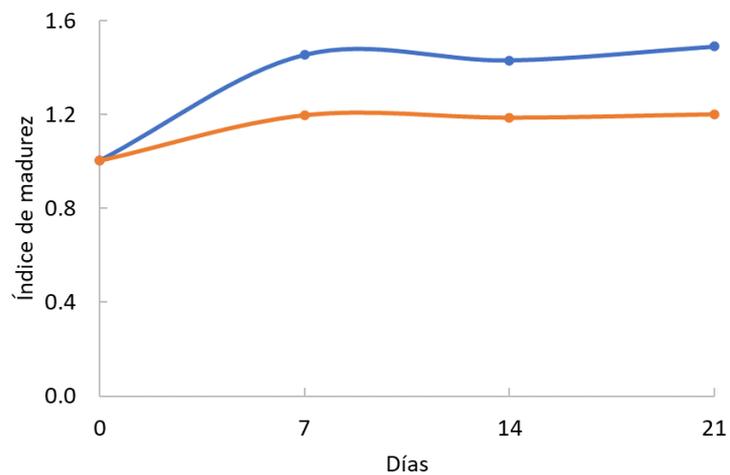


Figura 2. Índice de madurez de las naranjas esprayadas (● naranja) y sin esprayar (● azul) a lo largo del tiempo

Como se sabe, en la prueba de DPPH, se mide la capacidad de un compuesto para neutralizar los radicales libres generados por el DPPH, un radical libre estable de color violeta intenso. Cuanto mayor sea la capacidad de un compuesto para neutralizar los

radicales libres, menor será la concentración requerida para inhibir el 50% de la actividad del DPPH, y, por lo tanto, menor será el valor del IC_{50} . Finalizando el estudio, la Figura 3, muestra el IC_{50} expresado en mol/l en las naranjas esprayadas y sin esprayar. Se puede observar que las naranjas esprayadas, poseen un IC_{50} menor que las naranjas sin esprayar; lo que significa que se necesita una menor concentración del compuesto para inhibir el 50% de la actividad del DPPH, indicando una mejor actividad antioxidante.

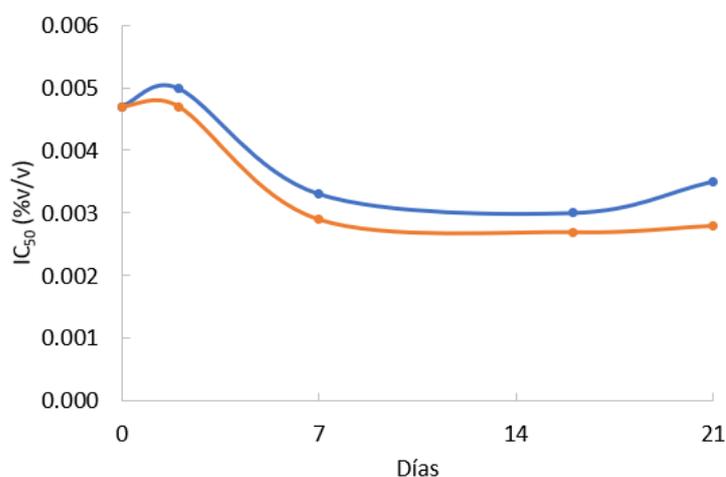


Figura 3. IC_{50} expresado de las naranjas esprayadas (●) y sin esprayar (■) a lo largo del tiempo

La Figura 4 muestra fotografías de las naranjas esprayadas en el día cero y en el día 16. De estas fotografías se puede observar que las naranjas esprayadas mantienen su apariencia a lo largo del tiempo.



(a)



(b)

Figura 4. Naranjas esprayadas en el día cero (a) y en día 16 (b).

4. Conclusiones

Las naranjas esprayadas mostraron con el paso de los días una reducción de la masa, una maduración menor y una capacidad antioxidante mayor respecto a las naranjas sin esprayar. Estos resultados sugieren que el efecto del esprayado sobre las naranjas con la formulación empleada resulta prometedor para la conservación de la fruta fresca. Se espera continuar trabajando con otras frutas como mandarinas y tomates.

5. Bibliografía

- Ali, A., Muhammad, M. T. M., Sijam, K., & Siddiqui, Y. (2011). Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. *Food Chemistry*, 124(2), 620–626. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.085>
- El Ghaouth, A., Arul, J., Asselin, A., & Benhamou, N. (1992). Antifungal activity of chitosan on post-harvest pathogens: induction of morphological and cytological alterations in *Rhizopus stolonifer*. *Mycological Research*, 96(9), 769–779. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)80447-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80447-4)
- Hernandez Fortiz, J., Mercado, J., & Rodriguez, A. (2011). Efecto de recubrimiento con quitosano y cera comercial en la calidad de naranja 'Valencia' durante el almacenamiento. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha (Mexico)*, 12, 164–174.
- Khalifa, I., Barakat, H., El-Mansy, H. A., & Soliman, S. A. (2017). Preserving apple (*Malus domestica* var. Anna) fruit bioactive substances using olive wastes extract-chitosan film coating. *Information Processing in Agriculture*, 4(1), 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2016.11.001>
- Raspo, M. A., Gomez, C. G., & Andreatta, A. E. (2018). Optimization of antioxidant, mechanical and chemical physical properties of chitosan-sorbitol-gallic acid films by response surface methodology. *Polymer Testing*, 70, 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2018.07.003>
- Shah, S., & Hashmi, M. S. (2020). Chitosan–aloe vera gel coating delays postharvest decay of mango fruit. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 61(2), 279–289. <https://doi.org/10.1007/s13580-019-00224-7>



ENCAPSULACIÓN DE COMPUESTOS ACTIVOS EN LIPOSOMAS PARA APLICACION COMO FERTILIZANTE FOLIAR EN LA AGRICULTURA.

Setien, Evangelina¹; Ponzio, Lucas¹; Moyano, Fernando²; Yslas, Edith Inés³; Acevedo, Diego Fernando.¹

¹ IITEMA, Dpto. Tecnología Química UNRC, Ruta Nac. 36 - Km. 601, Río Cuarto, 5800, Argentina.

² IDAS, Dpto. Química UNRC, Ruta Nac. 36 - Km. 601, Río Cuarto, 5800, Argentina.

³ IITEMA, Dpto. Biología Molecular UNRC, Ruta Nac. 36 - Km. 601, Río Cuarto, 5800, Argentina.
esetien@exa.unrc.edu.ar

Resumen

En un escenario desafiante de cambio climático, debemos proporcionar agricultura con nuevas herramientas para mejorar el rendimiento de los cultivos, para cubrir la demanda alimentaria de una población creciente. Es por ello la necesidad de generar nuevas alternativas eco amigables para la mejora de los rendimientos de los cultivos. Una de las nuevas tendencias es el desarrollo de sistemas nanoencapsulados donde las sustancias activas están vehiculizadas dentro de un nanomaterial que los protege contra la degradación producida por el ambiente y/o proporciona una liberación controlada.

El objetivo de este estudio es generar sistemas encapsulados estables de compuestos activos (bioestimulantes y nanopartículas) dentro de liposomas generados a partir de lecitina de soja.

Los liposomas se generaron a partir de lecitina de soja (subproducto del proceso de desgomado del aceite de soja) mediante el método de película y posterior hidratación con las soluciones acuosas de los bioestimulantes y/o nanopartículas. El proceso de homogeneización de los tamaños y cantidad de capas de los liposomas se realiza mediante sonicación. Las soluciones liposomales que se testearon fueron: 1) mezcla de L-Asparagina y ácido (+) glutámico (c/u 0,5 g/l) 2) mezcla de Cisteína, Alanina, Arginina y ácido (+) glutámico (c/u 0,25 g/l) 3) nanopartículas de ZnO biosintetizadas 4) lisado proteico de sangre bovina (residuo de frigorífico). A las soluciones liposomales se las caracterizó mediante dispersión dinámica de la luz (DLS), espectroscopía UV-visible, calorimetría diferencial de barrido (DSC) y medidas de tensión superficial. Los cuatro tratamientos se aplicaron en forma de spray superior por única vez a los 21 días post emergencia de plantas de maíz (en presencia de 4ta hoja) frente a un control sin tratamiento (5 plantas por tratamiento y testigo) y se siguió su crecimiento en cámara de cultivo. A los 70 días post emergencia se compararon los resultados mediante los siguientes parámetros: longitud de planta, longitud de tallo, cantidad de hojas verdes, índice verde, peso seco de raíces y de tallo y hojas y cantidad de flores.

Como resultado se obtuvieron soluciones liposomales estables con un diámetro hidrodinámico de 200 a 500 nm y con índices de polidispersidad aceptables. Además, valores de tensión superficiales (60 - 68 Mn/m) para cada uno de los sistemas antes mencionado fueron obtenidos. Como resultados preliminares de la aplicación de los tratamientos se observan, en todos los casos mejoras respecto al testigo en variables como peso seco, altura de planta, índice verde. Siendo el tratamiento 4to el que mejores resultados comparativos presenta.

En conclusión, se pudieron obtener componentes activos nanoencapsulados en liposomas de lecitina de soja formando soluciones estables que presentan mejoras en diferentes

parámetros de crecimiento y desarrollo de plantas de maíz frente a un testigo sin aplicación de tratamientos.

Palabras clave: biofertilizantes, agricultura, sustentabilidad, nanoencapsulados.

1. Introducción

Según los datos brindados por la Organización de las Naciones Unidas se conoce que la población mundial es más de tres veces mayor que a mediados del siglo XX. La población mundial alcanzó los 8.000 millones a mediados de noviembre de 2022 y se estima que aumentará casi 2.000 millones de personas en los próximos 30 años (UN DESA, 2022). Ante la necesidad de mayores cantidades de alimentos, se debe buscar la forma de que los procesos sean más eficientes sobre todo en las áreas de la agricultura y la ganadería. En línea con esto algunos de los Objetivos de Desarrollo Sustentable para el 2030, postulan: hambre cero (asegurando la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicando prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción); producción y consumos responsables (reduciendo considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización) y así de esta forma contribuir a una economía circular (UN Org, 2016) por tal motivo se propone el empleo de nanoencapsulados de origen natural que mejoren la eficiencia agrícola de los cultivos.

Los liposomas (LP) son un agregado lipídico con forma de una esfera hueca con interior hidrofílico y la/s capa/s lipídicas hidrofóbicas de tamaño menor a 1µm. El lugar especial que ocupan los liposomas como sistemas de transporte se atribuye en gran parte a su capacidad para encapsular materiales de diferentes naturalezas, polaridades y tamaños (Villa-García et al., 2015). La capacidad de encapsulación se ve reforzada por la presencia de bicapas de fosfolípidos dentro de su estructura. En este trabajo se plantea su formación a partir de lecitina, un subproducto del proceso de desgomado (proceso empleado industrialmente para la eliminación de fosfátidos del aceite de soja crudo y de otros aceites vegetales para reducir el contenido de fósforo y permitir su consumo (M. K. Gupta, 2017). Dentro de los principales componentes de la lecitina se encuentran los fosfolípidos tales como la fosfatidilcolina y la fosfatidiletanolamina (PE) que poseen una cabeza hidrofílica y una cadena no polar hidrofóbica lo que permite la formación de los liposomas.

Por otro lado, el Zinc es un elemento imprescindible para las plantas; sin embargo, este elemento es deficitario en los suelos de varias regiones del mundo (Garza-Alonso et al.,

2023). En particular las nanopartículas de ZnO (ZnONPs) presentan gran interés debido a sus características diferenciales originadas por sus tamaños nanométricos. En los últimos años ha crecido el desarrollo de síntesis de nanomateriales empleando métodos más amigables con el ambiente, síntesis químicas bioasistidas, es decir, a partir de extractos vegetales, animales o mediados por microorganismos. Es por esto que se plantea el estudio, como fertilizante foliar, de ZnONPs obtenidas por síntesis biobasadas y encapsuladas en suspensiones liposomales.

Además, los bioestimulantes son sustancias que tienen un efecto positivo en el metabolismo de las especies vegetales, estimulando los procesos vitales y eliminando los efectos de condiciones ambientales adversas y patógenos (Radkowski et al., 2020). Dentro de este tipo de sustancias podemos mencionar diferentes aminoácidos. En este trabajo se encapsulan en LP compuestos bioestimulantes: Aspargina, Ácido glutámico, Cisteína y Alanina. Es por esto y, en pos de reutilizar desechos industriales se estudiará el efecto bioestimulante de un lisado proteico de sangre encapsulado en LP, que se obtiene de los desechos industriales de la industria frigorífica.

2. Materiales y métodos

La lecitina se obtuvo del residuo del desgomado del aceite crudo de soja proveniente de la empresa MolProt S.A que se analizó por cromatografía de capa delgada (TLC). La solución liposomal se obtuvo por el método de hidratación de película lipídica según métodos publicados por Xiang, utilizando como medio hidratante las soluciones de los tratamientos enumerados en la Tabla 1 y posteriormente sometidos a sonicación durante 20 min a 35 °C (Xiang & Cao, 2021).

Tabla 1-Composición de soluciones de hidratación para la formación de soluciones liposomales para cada tratamiento

Tratamientos	Contenido
T1	0,5 g/l L-Asparagina + 0,5 g/l Ac. L(+) Glutámico
T2	0,25 g/l L-Asparagina + 0,25 g/l Ac. L(+) Glutámico + 0,25 g/l Cisteína + 0,25 g/l Alanina.
T3	0,010 g/l ZnONPs bio-sintetizadas
T4	Lisado proteico de sangre vacuna
Testigo	-

Las ZnONPs se obtuvieron por métodos bioasistidos con almidón propuesto por D'Arenzo y colaboradores y basados en la metodología de sol-gel (D'Arenzo et al., 2017). Los aminoácidos empleados fueron de calidad analítica (Merk) y el lisado de sangre es parte de una prueba experimental de un frigorífico de la región. Las diferentes soluciones liposomales se caracterizaron mediante Dispersión Dinámica de la Luz (DLS- Light Scattering Malvern 4700), para determinar los tamaños de los liposomas y la

polidispersidad en la distribución, mediciones de tensión superficial (Tetha Flow -Biolin Scientific) y por escaneo calorimétrico diferencial (DSC).

Los diferentes tratamientos se testearon preliminarmente en plantas de maíz (5 plantas por tratamiento) desarrolladas en cámaras de cultivo en etapa fenológica V3 (15 días post emergencia) mediante aplicación foliar de cada tratamiento. Se evaluó el efecto de las aplicaciones en etapa V10 (70 días post emergencia) frente a plantas testigo sin ninguna aplicación mediante la determinación de los siguientes parámetros: largo total de planta (incluyendo raíces), peso seco tallo y hojas, radicular y total e índice verde.

3. Resultados y discusión

A partir del análisis de la TLC tomando como parámetros los Rf de los patrones de Fosfatidilcolina (PC) y de Fosfatidiletilecolina (PE) se observa la presencia de ambos fosfolípidos (Figura 1A). Además, se puede apreciar que la cantidad de PE es levemente mayor que las de PC. Esta apreciación es interesante de remarcar ya que son resultados similares a los reportados por otros autores (Nzai & Proctor, 1998)

En la medición realizada a la solución liposomal empleando DSC (Figura 1B), se observa una temperatura de transición de fase a 42 °C. Algunos autores mencionan un valor de transición de fase de vesículas no liofilizadas vacías de lecitina a 44,2 °C (Yokota et al., 2012), mientras que otros autores mencionan temperaturas de transición de fase a 38 °C para sistemas unilaminares y de 41,4 °C para multilaminares de DPPC (Naumann et al., 1992). Los perfiles obtenidos en el estudio realizado son similares a los mencionados en las publicaciones y podría estar indicando que están presentes ambos sistemas liposomales.

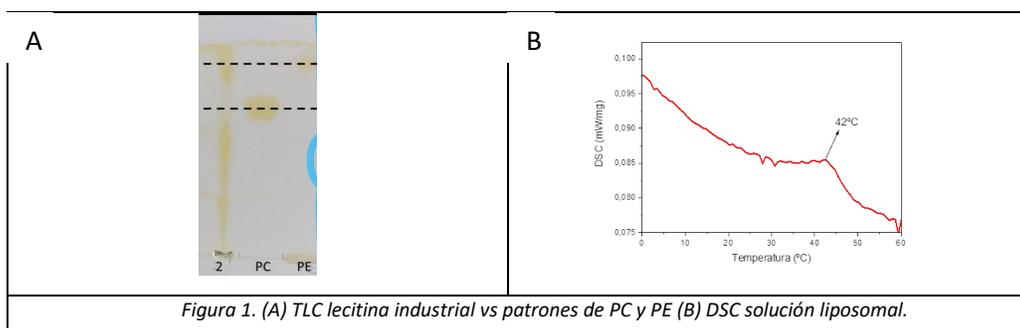


Figura 1. (A) TLC lecitina industrial vs patrones de PC y PE (B) DSC solución liposomal.

En cuanto a los tamaños y polidispersidad obtenidos por análisis DLS (Tabla 2), se observa un aumento de tamaño y de polidispersidad respecto a la solución liposomal sin compuestos activos encapsulados en todos los tratamientos, siendo el T4 el que presentó mayor diferencia en ambos valores. Este resultado puede explicarse teniendo en cuenta

que no se trata de un sistema formado por lecitina comercial purificada, por lo que puede contener péptidos y proteínas u otros compuestos que modifiquen el tamaño y la polidispersidad de los LP.

Tabla 2: Tamaño promedio e índice de polidispersidad de las soluciones liposomales con y sin encapsulados.

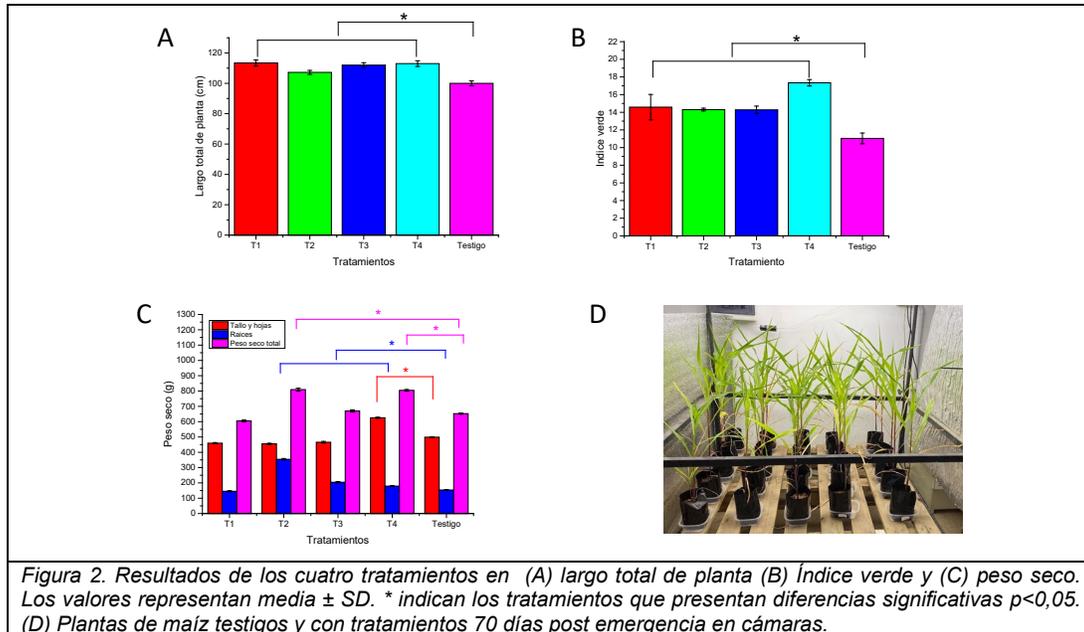
Soluciones	Tamaño promedio (nm)	Índice de Polidispersidad
T2	430,21	0,563
T3	367,32	0,475
T4	458,27	0,672 (3picos)
Liposomas	337,9	0,424

Es conocido, que la concentración de moléculas tensoactivas como los liposomas modifica la tensión superficial del agua pura (la disminuyen). En el caso de los diferentes tratamientos se observa en la Tabla 3, una mayor disminución de la tensión superficial lo que indica que los compuestos activos encapsulado disminuyen el poder tensoactivo de los liposomas. Este resultado es de importancia ya que mejora la capacidad de los LP para incorporarse en el tejido foliar y aumenta la estabilidad de las gotas a ser aplicadas.

Tabla 3- Tensión superficial de los tratamientos y de soluciones liposomales sin encapsulados.

Soluciones	Tensión superficial(mN/m)
T2	61,64
T3	64,26
T4	59,97
Liposomas	46,73

Los efectos de la aplicación de cada uno de los tratamientos pueden verse en la Figura 2. En base al estudio cuantitativo de 5 plantas por tratamiento se obtuvieron mejoras estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el largo total de planta y en el índice verde de todos los tratamientos respecto al testigo (Figuras 2 A y B). En el caso del peso seco, en las raíces T2, T3 y T4 presentan mejoras estadísticamente significativas respecto a testigo; en tallo y hojas solamente T4 presenta mejora significativa. Si se analiza el peso seco total solo T2 y T4 dan mejoras significativas (Figura 2C). Además, como se observa en la Figura 2D, todas las plantas con tratamiento muestran mayor uniformidad y una apariencia más saludable respecto a las plantas testigos. En base a estos resultados se puede inferir que, si bien todos los tratamientos colaboran en un mejor desarrollo respecto a las plantas testigo sin tratamientos, las mejoras se dan en diferentes factores de crecimiento y/o desarrollo de las plantas.



4. Conclusiones

Se pudieron formar LP a partir de lecitina obtenida como residuo del proceso de desgomado de aceite crudo de soja. La lecitina contiene mayor proporción de PE observada en TLC y los LP formados tienen un cambio de fase a 42° C lo que es consistente a trabajos anteriores y permitiría realizar liberaciones controladas de los encapsulados.

Se observan cambios en el tamaño y la polidispersidad de las soluciones de LP y la de LP con diferentes compuestos activos. Similares resultados se observaron con la tensión superficial. Esto demuestra que la presencia de los diferentes compuestos activos tiene influencia en las características de los LP.

Los resultados preliminares indican cambios significativos frente a testigo en parámetros como: largo total de planta e índice verde en todos los tratamientos; peso seco de raíces solo T2, T3 y T4 y peso seco total T2 y T4. Estos resultados infieren preliminarmente que T4 presenta mejores efectos en las plantas de maíz en las condiciones experimentales realizadas.

En base a los resultados, se concluye que se pueden obtener componentes activos nanoencapsulados en liposomas de lecitina de soja formando soluciones estables que presentan mejoras en diferentes parámetros de crecimiento y desarrollo de plantas de maíz frente a un testigo.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen al IITEMA-UNRC e IDAS-UNRC, como así también al FONCyT Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Río Cuarto (SECyT-UNRC) por el apoyo financiero. E. S. agradece a CONICET por la beca doctoral otorgada, F.M, E.Y y D.A investigadores CONICET y al comité organizador del 3er JONAS por la invitación.

6. Bibliografía

- D'Arienzo, M., Scotti, R., Di Credico, B., & Redaelli, M. (2017). Chapter 13 - Synthesis and Characterization of Morphology-Controlled TiO₂ Nanocrystals: Opportunities and Challenges for their Application in Photocatalytic Materials. In P. Fornasiero & M. B. T.-S. in S. S. and C. Cargnello (Eds.), *Morphological, Compositional, and Shape Control of Materials for Catalysis* (Vol. 177, pp. 477–540). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805090-3.00013-9>
- Garza-Alonso, C. A., Juárez-Maldonado, A., González-Morales, S., Cabrera-De la Fuente, M., Cadenas-Pliego, G., Morales-Díaz, A. B., Trejo-Téllez, L. I., Tortella, G., & Benavides-Mendoza, A. (2023). ZnO nanoparticles as potential fertilizer and biostimulant for lettuce. *Heliyon*, 9(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12787>
- Gupta, M. K. (2017). *Chapter 4 - Degumming* (M. K. B. T.-P. G. to V. O. P. (Second E. Gupta (ed.); pp. 41–78). ACS Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-63067-050-4.00004-0>
- Naumann, C., Brumm, T., & Bayerl, T. M. (1992). Phase transition behavior of single phosphatidylcholine bilayers on a solid spherical support studied by DSC, NMR and FT-IR. *Biophysical Journal*, 63(5), 1314–1319. [https://doi.org/10.1016/S0006-3495\(92\)81708-3](https://doi.org/10.1016/S0006-3495(92)81708-3)
- Nzai, J. M., & Proctor, A. (1998). Phospholipids determination in vegetable oil by thin-layer chromatography and imaging densitometry. *Food Chemistry*, 63(4), 571–576. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00043-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00043-0)
- Radkowski, A., Radkowska, I., Bocianowski, J., Sladkowska, T., & Wolski, K. (2020). The Effect of Foliar Application of an Amino Acid-Based Biostimulant on Lawn Functional Value. In *Agronomy* (Vol. 10, Issue 11). <https://doi.org/10.3390/agronomy10111656>
- Scholfield, C. R. (1981). Composition of soybean lecithin. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58(10), 889–892. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF02659652>
- UN DESA. (2022). World Population Prospects; Methodology of the United Nations population estimates and projections (UN. *World Population Prospects/UN DESA/POP/2022/TR/NO. 4 Department of Economic and Social Affairs Population Division, (UN DESA/P(4)*).
- UN Org. (2016). 2030 Agenda for Sustainable Development. *UN Press*, 12–14. <https://doi.org/10.1201/b20466-7>
- Villa-García, M., San Martín-Martínez, E., & Pedroza-Islas, R. (2015). Liposomas como Nanotransportadores de Antioxidantes y Estudio de Tasa de Liberación. *Tendencias de Innovación En La Ingeniería de Alimentos*, 215–254. <https://doi.org/10.3926/oms.294>
- Xiang, B., & Cao, D.-Y. (2021). *Preparation of Drug Liposomes by Thin-Film Hydration and Homogenization BT - Liposome-Based Drug Delivery Systems* (W.-L. Lu & X.-R. Qi (eds.); pp. 25–35). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-49320-5_2
- Yokota, D., Moraes, M., & Pinho, S. C. (2012). Characterization of lyophilized liposomes produced with non-purified soy lecithin: a case study of casein hydrolysate microencapsulation. In *Brazilian Journal of Chemical Engineering* (Vol. 29). Scielo

LA ECONOMÍA CIRCULAR, EN LA AGENDA DE LOS PARQUES INDUSTRIALES. CASO DE ESTUDIO: PARQUE INDUSTRIAL, LOGÍSTICO Y TECNOLÓGICO DE VILLA MARÍA (PILT).

Torres, Germán¹, Cabrera, Andrea Romina², Rangone, Aldo Fernando³ y Forquera, Emilio Carlos⁴

¹ Universidad Nacional de Villa María (5900): tgerman@hotmail.com

² Ministerio de Ciencia y Tecnología de la provincia de Córdoba (5003) - Universidad Nacional de Villa María (5900): acabrera@unvm.edu.ar

³ Universidad Nacional de Villa María (5900): lalorangone@gmail.com

⁴ INESCER (5900): forquera.emilio@gmail.com

Texto del resumen:

Propósito de la Investigación: obtener una base de datos sistematizada del estado de situación de la gestión de residuos de las empresas radicadas en el Parque Industrial, Logístico y Tecnológico (PILT) de Villa María, orientada a la toma de decisiones por parte de la gerencia y directorio del PILT como así también de los funcionarios y técnicos del municipio de Villa María respecto a las fases de separación en origen, recolección y disposición final, considerando la perspectiva de la Economía Circular.

Hipótesis: La gerencia del PILT así como las empresas radicadas en el mismo, no poseen registros de tipo y cantidad de residuos que generan mensualmente y carecen de un plan de circularidad de sus residuos, ya que las normativas existentes no obligan ni promueven al tratamiento de residuos por parte de las mismas.

Impacto en la comunidad: Posibilitar un manejo adecuado de estos desechos industriales, impidiendo que sean enviados a los rellenos sanitarios y acrecienten la contaminación ambiental, incentivando su recuperación, reutilización o reciclaje. Asimismo, se verían liberados ciertos recursos municipales, como camiones u operarios, que hoy deben prestar servicios en el PILT con mayor intensidad al carecer de un plan de manejo integrado de sus residuos diarios.

Posibles transferencias: se espera como resultado de la investigación obtener una base de datos sobre la generación de residuos (cantidad y tipo) en el PILT y posibles acciones y estrategias de implementación desde una perspectiva de la Economía Circular, para la gerencia y directorio del PILT como así también para los funcionarios y técnicos del municipio de Villa María

La economía circular es un concepto económico que añade la noción de sostenibilidad, cuyo objetivo principal es que los materiales, recursos y productos permanezcan en la economía durante el mayor tiempo posible, reduciendo de esta forma la generación de residuos. El cambio de hábitos, paradigmas y en general, de la cultura, que evolucione

desde una economía lineal a un modelo económico circular (reducir, reutilizar y reciclar), es el desafío que enfrentamos en el presente siglo.

Para llevar adelante un proceso de reconversión sería entonces necesario poner atención en las partes interesadas: Estas son las personas o entidades involucradas que tienen capacidad de influir en el proyecto de reconversión, y su identificación puede llegar a determinar el éxito de un proceso de transformación. En vista a ello, resulta significativo conocer a estos actores influyentes, evaluar sus roles así como las acciones que podrían llegar a desarrollar en el ámbito del proyecto. Gobierno local, Gerencia del PILT y empresas radicadas, serían algunos de los más relevantes para éste caso abordado. De la información relevada en las encuestas se puede inferir que el mercado de materiales reciclados creció de manera considerable en los últimos años aunque continúa en un elevado nivel de informalidad. Por otra parte, es importante destacar que se está construyendo un Centro de Gestión Ambiental para las localidades de Villa María y Villa Nueva la cual, ordenará la deposición final de los residuos para ambas ciudades. La voluntad política local es el motor principal para lograr una adecuada gestión de los residuos. Existe un porcentaje elevado de empresas interesadas en mejorar su desempeño ambiental, permitiendo potenciar iniciativas de políticas públicas en Economía Circular y su vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la ciudad de Villa María y cuyo desafío central será en el acompañamiento de cómo implementar las mismas.

Palabras clave: Economía circular, Parques Industriales, Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Políticas Públicas.

Introducción

La Argentina requiere un ritmo mayor en la formulación de planes nacionales regidos por la economía circular. Los avances que se observan se encuentran dispersos en diferentes jurisdicciones administrativas. La situación es muy diferente a otros países del mundo e incluso de la región, donde existen instrumentos de alcance nacional que ordenan y administran las acciones de la economía circular. Si bien la mayoría de la legislación argentina referida a la gestión de residuos (tanto domiciliarios como industriales) está guiada por objetivos de prevención, disminución y recuperación, el país no tiene una regulación integral que oriente las corrientes de residuos y las transforme en cadenas de valor/insumos y oriente la producción y el consumo responsable bajo el paradigma de la economía circular. Argentina tampoco cuenta con normas de responsabilidad extendida del productor en cadenas de valor como envases y embalajes, aparatos eléctricos y electrónicos, neumáticos, demolición, etc. (Testa y Bilbao, 2021).

Sí existen avances en programas de producción más limpia en el sector industrial como el Programa de Reconversión Industrial (PRI), los PAC (Programa de Apoyo a la Competitividad), Emprendedores de Impacto y Empresarial (que incluye "adecuación ambiental"), o el Programa de Competitividad de Economías Regionales (que contemplan el "desarrollo sustentable") que, si bien son iniciativas parciales y voluntarias, han

promovido un mayor compromiso del sector industrial en el desarrollo sustentable y el cuidado del medio ambiente.

A nivel global el sector de los residuos, la recuperación y el reciclado de materiales se encuentra altamente regulado. Además, cada país cuenta con normativa que cada operador debe cumplir. Tres grandes hitos regulatorios han modificado en los últimos años el mapa de la gestión y tratamiento de residuos y obliga a los países a adecuar sus normas al nuevo escenario internacional: las Enmiendas al Convenio de Basilea sobre residuos plásticos, la prohibición de China de importar residuos sólidos y el Pacto Verde Europeo. En tal sentido, Argentina aún carece de normas específicas para la producción sostenible de la industria, ni existen regulaciones específicas de cada sector que apunten en el mismo sentido.

La economía circular es un concepto económico que añade la noción de sostenibilidad, cuyo objetivo principal es que los materiales, recursos y productos permanezcan en la economía durante el mayor tiempo posible, reduciendo de esta forma la generación de residuos. El cambio de hábitos, paradigmas y en general, de la cultura, que evolucione desde una economía lineal a un modelo económico circular (reducir, reutilizar y reciclar), es el desafío que enfrentamos en el presente siglo (Frérot, 2014).

El modelo económico lineal tradicional, basado principalmente en el concepto de “usar y tirar”, requiere de grandes cantidades de materiales y energía. Uno de los motivos para avanzar hacia una economía circular es el aumento de la demanda de materias primas y la escasez de determinados recursos. Así, numerosas materias primas cruciales son finitas, y como la población mundial crece, la demanda también aumenta.

En este sentido, los parques industriales se han constituido en un núcleo de progreso económico con un importante aporte para el desarrollo territorial. La necesidad de mano de obra, materias primas y servicios, así como la necesidad de reducir costos originados por la distribución, el acceso a las fuentes de energía, entre otros aspectos, ha generado un modelo de interés para las empresas donde éstas se agrupan espacialmente entre sí permitiendo un cierto beneficio desde el punto de vista de la ordenación urbana territorial. No obstante, el modelo es incompleto si sólo se busca alcanzar el beneficio económico para las empresas, tal como incrementar la rentabilidad a través de mecanismos tradicionales de mercado. Un modelo incompleto de esta manera, pone en riesgo la actividad de la empresa, dado que hoy en día la competitividad está vinculada tanto al correcto balance entre los beneficios resultantes de las actividades productivas y el cumplimiento de las responsabilidades ambientales, así como las responsabilidades de la empresa respecto al modo en cómo desempeña su rol en el contexto social.

Para llevar adelante un proceso de reconversión sería entonces necesario poner atención en las partes interesadas: Estas son las personas o entidades involucradas que tienen capacidad de influir en el proyecto de reconversión, y su identificación puede llegar a determinar el éxito de un proceso de transformación. En vista a ello, resulta significativo conocer a estos actores influyentes, evaluar sus roles así como las acciones que podrían llegar a desarrollar en el ámbito del proyecto. Gobierno local, Gerencia del PILT y empresas radicadas, serían algunos de los más relevantes para éste caso abordado.

Según el Examen local voluntario sobre la implementación de los objetivos de desarrollo

sostenible 2022 de la municipalidad de Villa María, se realizó un diagnóstico sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y se observó en cuanto al aspecto ambiental una baja conciencia y nivel de compromiso de la población, por el cuidado del ambiente; notable la falta de coordinación, entre las distintas áreas del municipio, relacionadas con la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) y con los actores públicos y privados; también se detectaron falencias en el control de los servicios públicos; carencia de capacitación sobre temáticas ambientales del personal municipal a cargo del control; inexistencia de una política integral del municipio en materia ambiental; inadecuada difusión interna y externa de acciones y programas municipales sobre el ambiente; legislación relacionada a la Gestión Ambiental desactualizada; falta de integración del sistema local de Gestión Ambiental, con la Política Ambiental Provincial y Nacional; carencia de diagnósticos ambientales específicos; carencia de manuales de procedimientos que posibilite a los funcionarios/as y a los ciudadanos disponer de una guía que permita implementar y medir buenas prácticas relacionadas a la GIRSU; falta de control del grado de contaminación del río y de las crecidas, como así también, ausencia de coordinación y articulación con las ciudades cercanas para trabajar en conjunto el sistema de disposición y tratamiento de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU); necesidad de fomentar la movilidad sostenible e inclusiva, ya que la población prioriza el auto particular y el transporte público se muestra poco eficiente; necesidad de desarrollar acciones de mitigación ante el cambio climático; baja recuperación de los RSU (se generan más de 200 toneladas diarias de las que sólo se recuperan el 11%.) y la necesidad de impulsar y fortalecer acciones que tiendan al fomento de la economía circular; la falta de un inventario de los gases de efecto invernadero emitidos y la necesidad de generar acciones que contribuyan a la reducción de los mismos.

Como parte del proceso progresivo de territorialización de los ODS en la ciudad de Villa María, se creó un Punto Focal Local, el cual está destinado a la implementación de la Agenda 2030 y el seguimiento de los ODS. Dicha iniciativa fue promovida desde el denominado “Programa de Desarrollo Integrado” (Fomento del desarrollo urbano, integrado, inclusivo, resiliente y ecológico de la ciudad de Villa María y su región) órgano ejecutor de las actividades que comprenden dicho programa.

Materiales y métodos

Teniendo en consideración lo hasta aquí descripto, se decidió tomar como referencia la “Guía práctica para Parques Industriales Sostenibles” desarrollada por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU DI), adaptándose el modelo de su metodología para la realización de una encuesta en el Parque Industrial, Logístico y Tecnológico de Villa María (PILT) con la finalidad de recabar información sobre diferentes aspectos que indicarían el estado de situación de las diversas empresas radicadas en el PILT respecto a la adopción del enfoque de la economía circular, foco de dicha investigación.

Resultados y discusión

El Parque Industrial, Logístico y Tecnológico de Villa María (PILT), es una Sociedad de Economía Mixta (público - privado), se encuentra ubicado sobre ruta nacional 9 entre ruta provincial 2 y autopista Córdoba – Rosario, con una extensión de 90 hectáreas y 48 empresas radicadas y operativas. El PILT cuenta con infraestructura de energía eléctrica (Red de Alumbrado Público, Red de Electrificación del Predio, Distribución en Baja Tensión y Distribución en Media Tensión), infraestructura de gas (Instalación Planta Reductora de Presión, Ramal de Aproximación y Alimentación, Red de Distribución Interna), infraestructura de agua y cloacas, Red de Agua: distribución interna, Red de Cloacas: Distribución interna y conexiones, Bombeo e Impulsión, Cordón Cuneta y Pavimento, Infraestructura de Telecomunicaciones, Sistema de Telecomunicaciones, Sistema de Video Vigilancia, Tendido de Triducto – Cruce de Calzadas, Cerco Perimetral, Casilla de Ingreso, Forestación del Predio, Subdivisión y mojones, Pórtico de Ingreso, Puerto seco con aduana permanente y Centro Logístico. Dentro de sus funciones específicas no posee normas que regulen el tratamiento de residuos de manera integral, pero cabe destacar el rol activo relevante de la Gerencia del PILT como interlocutor entre las empresas y el municipio en la temática.

De esta forma, de las encuestas realizadas a las empresas radicadas en el Parque Industrial de Villa María (un 27% del total fueron relevadas), se desprende la siguiente información:

El 46% de las empresas encuestadas, manifiesta haber implementado alguna Política de medio ambiente, eficiencia energética u otras orientadas a incorporar conductas productivas, destacándose que poseen certificaciones principalmente vinculadas a las normas ISO (ISO 9001; ISO 14001; ISO 45001).

Por otro lado, el 62% de las empresas encuestadas declararon que el destino final de los residuos es retirado por terceros o comercializado. Entre los residuos generados de mayor volumen declarados aparecen las bolsas y film de polietileno, cartón, plásticos, restos de madera, metales-hierros y aceite.

En cuanto al uso de los recursos, el 23% de las empresas relevadas manifiesta realizar un uso intensivo del agua, mientras que el 62% de las empresas consultadas manifiesta realizar un uso intensivo en energía.

En otro de los apartados de la encuesta, los responsables de las empresas son consultados acerca de los Residuos Peligrosos, los cuales son contemplados por la Ley Nacional 24.051. Al respecto, sólo el 38% de los responsables consultados desconoce dicha ley nacional, mientras que el 62% manifiesta conocerla. En vinculación a ello, solo el 15% de las empresas consultadas están inscriptas como generadoras de algún residuo peligroso en el registro nacional.

Profundizando ya particularmente en las unidades productivas relevadas, se observa que el 54% de las empresas no posee cortina forestal o reforestación en el predio. Y al ser consultados sus responsables sobre la importancia que tiene para ellos el control de los costos ambientales en su empresa el 54% manifiesta que son “Muy importantes”, un 23% que son “Importantes”, un 8% se muestra “Indiferente” y un 15% los señalan como “Nada importante” al control de dichos costos. En relación con lo anterior, los responsables de las

empresas relevadas fueron consultados sobre alguna política pública ambiental que haya puesto en riesgo su actividad empresarial, ante lo cual contundentemente el 92% niega dicha situación.

En cuanto a la relación de las empresas con la comunidad, el 46% de las unidades productivas consultadas posee algún profesional dedicado, aunque sea parcialmente, a mantener las relaciones comunitarias de la empresa, el 54% manifiesta desarrollar alguna acción relacionada con la comunidad y ninguna empresa relevada ha experimentado alguna situación de conflicto con la comunidad local. Respecto al vínculo con las autoridades locales, el 69% declaró mantener una relación permanente con la autoridad (visitas y/o inspecciones técnicas, certificaciones, etc.), mientras que para finalizar la encuesta fueron consultados por el potencial interés en participar en proyectos que pudieran contribuir a disminuir costos al adquirir insumos para su producción o generar ingresos a partir de sus residuos, mejorando así el desempeño ambiental de la empresa. Ante lo cual el 85% manifiesta que le interesaría involucrarse mientras solamente el porcentaje restante se manifestaría negativamente a dicho interés.

Conclusiones

De la información relevada en las encuestas se puede inferir que el mercado de materiales reciclados creció de manera considerable en los últimos años aunque continúa en un elevado nivel de informalidad. Por otra parte, es importante destacar que se está construyendo un Centro de Gestión Ambiental para las localidades de Villa María y Villa Nueva la cual, ordenará la deposición final de los residuos para ambas ciudades. La voluntad política local es el motor principal para lograr una adecuada gestión de los residuos. Existe un porcentaje elevado de empresas interesadas en mejorar su desempeño ambiental, permitiendo potenciar iniciativas de políticas públicas en Economía Circular y su vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la ciudad de Villa María y cuyo desafío central será en el acompañamiento de cómo implementar las mismas.

Bibliografía

- Banco Mundial. (2015). Diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en la Argentina. (s.l.): Banco Mundial.
- C. de Miguel, K. Martínez, M. Pereira y M. Kohout, “Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/120), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.
- Frérot, A. (2014). Economía circular y eficacia en el uso de los recursos: un motor de crecimiento económico para Europa. Revista Cuestión de Europa..
- Fundación Ellen MacArthur (2017).- Economía Circular.- Disponible en <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economicircular/concepto>.
- Giusti, L.; Ríos, G y Caro, E (2022). Exámen local voluntario sobre la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible 2022. Acción CSO-LA/2020/167744-3/18 Fomento del desarrollo urbano integrado, inclusivo, resiliente y ecológico de la ciudad de Villa María y su región.

- INTI (2016). El valor de los residuos: distintos modos de reducir, reutilizar, reciclar y revalorizar residuos industriales.
- Martínez, A. y Porcelli, Adriana (2018). Estudio sobre la economía circular como una alternativa sustentable frente al ocaso de la economía tradicional (primera parte).
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (2017). Guía Práctica: Parques Industriales Sostenibles.
- Pacto Mundial de Naciones Unidas España (2021). Modelos de negocio basados en la economía circular: Cómo pueden las empresas pasar de la linealidad a la circularidad.
- PAGE (2021), Economía circular en los desechos y rezagos de la Industria Argentina.
- Salas Jimenez Juan Carlos (). Modelo de gestión integral de desechos sólidos industriales.
- Testa, María Eugenia y Bilbao, Consuelo (2021). Inventario de políticas relacionadas a la economía verde en Argentina. Informe final Buenos Aires; Oficina de país de la OIT para la Argentina.



CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BIOLÓGICA DE HIDROLIZADOS DE PROTEÍNA DE SUERO LÁCTEO CON DIFERENTES PROTEASAS COMERCIALES.

Vico, Ana Paula¹; Centomo, Antonella¹; Rossi, Yanina¹; Ribotta, Pablo²; Montenegro, Mariana¹.

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB CONICET - UNVM), Villa María, Córdoba, Argentina.

² Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos Córdoba (ICYTAC - CONICET), Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
anavico@unvm.edu.ar

Resumen

En los últimos años, el interés de los consumidores por el efecto de la dieta en la salud ha impulsado la búsqueda de estrategias para el desarrollo de ingredientes alimenticios funcionales y más saludables. La hidrólisis enzimática es un proceso ampliamente utilizado en la industria, escalable, con tiempos de reacción cortos y generalmente aceptado por los consumidores, cuyo producto final es una mezcla de péptidos y aminoácidos libres. El perfil peptídico resultante y su correspondiente bioactividad dependen en mayor medida de la especificidad de la enzima utilizada. El objetivo de este trabajo fue evaluar la composición química, el perfil proteico y la bioactividad (actividad antioxidante y citotoxicidad) de hidrolizados obtenidos a partir de aislado de proteína de suero lácteo (WPI) con tres proteasas comerciales. Las enzimas empleadas fueron Flavourzyme® 1000L (1000 LAPU/g), Alcalasa® 2.4L (2,4 AU/g) y Neutrasa® 0.8L (0,8 AU/g), gentilmente donadas por Novozymes®. Las condiciones de hidrólisis fueron una relación enzima/sustrato de 0,017, temperatura de 46,5°C y tiempo de reacción de 3 h. Los hidrolizados (WPH) fueron secados por liofilización, obteniéndose tres productos en polvo WPH FLA, WPH ALC y WPH NEU, respectivamente para cada enzima. Se evaluó la composición química, el grado de hidrólisis (determinado por el método de ortoformaldehído) y el perfil peptídico por electroforesis en gel de poliacrilamida con dodecilsulfato sódico (SDS-PAGE). Se determinó la capacidad antioxidante como la desactivación del radical catión ABTS⁺, el poder reductor del ion férrico (FRAP) y la quelación de metales. También se midió la capacidad de desactivar las especies reactivas del oxígeno radical anión superóxido (O₂⁻) e hidroxilo (HO[•]), mediante los métodos de autooxidación del pirogalol y de la desoxirribosa, respectivamente. Además, se evaluó la citotoxicidad de los WPH frente a células normales del epitelio intestinal murino (IEC-18), para la cual se determinó la viabilidad celular mediante el ensayo de MTT. WPH FLA presentó el mayor contenido proteico y grado de hidrólisis, siendo de 78,56 ± 0,18% p/p y 34,93 ± 0,70%, respectivamente. Seguido por WPH ALC con valores de 77,48 ± 0,19% p/p y 27,56 ± 0,53%, y luego por WPH NEU con valores de 71,02 ± 0,42% p/p y 20,95 ± 0,27%, respectivamente. En cuanto a la capacidad antioxidante, los tres WPH mostraron resultados estadísticamente superiores a WPI para todos los ensayos empleados. WPH FLA, WPH ALC y WPH NEU revelaron diferentes perfiles de capacidad antioxidante, demostrando distintos mecanismos de acción de los péptidos bioactivos obtenidos. Lo cual está estrechamente relacionado con el peso molecular y la composición aminoacídica de los mismos, determinado por la especificidad de la enzima utilizada en la hidrólisis. No obstante, solamente WPH FLA y WPH NEU fueron no citotóxicos frente a la línea celular IEC-18 en todo el rango de concentraciones ensayadas (0,15 – 1,2 mg/mL). Por lo tanto, las enzimas Flavourzyme® 1000L y



Neutrasa® 0.8L resultaron ser adecuadas en las condiciones establecidas para la producción de hidrolizados con capacidad antioxidante destinado a utilizarse como potencial ingrediente bioactivo para la formulación de alimentos funcionales.

Palabras clave: capacidad antioxidante, péptidos bioactivos, hidrólisis enzimática, citotoxicidad.

1. Introducción

El suero lácteo es un abundante subproducto de la industria láctea, resultante del proceso de precipitación de las caseínas de la leche (Eberhardt y col., 2021). Este contiene en su composición proteínas de alto valor biológico, como β -lactoglobulina (β -Lg), α -lactoalbúmina (α -La), albúmina de suero bovino (BSA), lactoferrina e inmunoglobulinas. Diferentes productos comerciales son fabricados mediante la concentración de dichas proteínas para obtener concentrados (WPC) y/o aislados (WPI) proteicos (Corrochano y col., 2018).

La hidrólisis enzimática de proteínas es un proceso establecido para producir hidrolizados con propiedades bioactivas, las cuales dependen principalmente de la especificidad de la enzima utilizada (Eberhardt y col., 2021). Flavourzyme (FLA) es un preparado de endo y exopeptidasas proveniente de *Aspergillus oryzae* (Bustamante y col., 2021). Alcalase (ALC) es una proteasa de amplia especificidad producida por *Bacillus licheniformis*, cuya enzima principal es la endoproteasa Subtilisin A (Bustamante y col., 2021; Hussein y col., 2020). Neutrase (NEU) es una endoproteasa producida por *Bacillus amyloliquefaciens* (Corrochano y col., 2019).

El objetivo de este trabajo fue producir hidrolizados a partir de aislado de proteína de suero lácteo (WPI) con tres proteasas comerciales de uso industrial y evaluar sus características fisicoquímicas y bioactivas (actividad antioxidante y citotoxicidad).

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales

Se utilizó un WPI con un contenido de proteína de $86,40 \pm 0,17\%$ p/p (base húmeda) gentilmente donado por Arla Foods Ingredients. Las enzimas empleadas fueron Flavourzyme® 1000L (1000 LAPU/g), Alcalasa® 2.4L (2,4 AU/g) y Neutrasa® 0.8L (0,8 AU/g), gentilmente donadas por Novozymes®. Las células normales del epitelio intestinal murino (IEC-18) proceden de la American Type Culture Collection (EE. UU.).

2.2. Producción de los hidrolizados con proteasas comerciales de uso industrial

El sustrato para la hidrólisis se preparó el día anterior, para ello el WPI se disolvió en buffer fosfato 0,1 M (pH 8) mediante agitación a 25°C por 1 h, seguido de reposo a 4°C por 16 h. La hidrólisis se llevó a cabo en condiciones previamente optimizadas, temperatura de 46,5°C, tiempo de reacción de 3 h, relación enzima/sustrato (E/S) de



0,017 y concentración inicial de sustrato de 8% p/v de proteína (pH 7,4), en un agitador orbital a 150 rpm. Posteriormente las enzimas se inactivaron a 80°C por 20 min. Los hidrolizados fueron secados por liofilización, obteniéndose tres productos en polvo WPH FLA, WPH ALC y WPH NEU, respectivamente para cada enzima.

2.3. Grado de hidrólisis y contenido proteico

El grado de hidrólisis (GH) se determinó mediante el método del ortoftaldehído (Nielsen y col., 2001). El contenido de proteína se evaluó por el método de Kjeldahl.

2.4. Perfil peptídico

El perfil peptídico se evaluó por electroforesis en gel de poliacrilamida con dodecilsulfato de sodio (SDS-PAGE), específicamente Tricina-SDS-PAGE, según el protocolo establecido por Haider y col. (2019). Se utilizaron geles de corrida y de separación al 16% y 4% de poliacrilamida, respectivamente, y se corrió a 125 V durante 3,5 h. Se empleó un marcador de peso molecular (MW) de 26,625-1,423 KDa.

2.5. Capacidad antioxidante *in vitro*

La capacidad antioxidante se determinó por el método de decoloración del radical catión ABTS^{•+} (Re y col., 1999) y se expresó como la concentración de polvo (mg/mL) necesaria para inhibir el 50% del radical (CI₅₀). El poder reductor del ion férrico (FRAP) se determinó según Corrochano y col. (2019) y se expresó como equivalente en trolox (TEAC). Para la determinación de la desactivación del radical anión superóxido (O₂^{•-}) y del radical hidroxilo (HO[•]) se empleó el método de autooxidación del pirogalol a pH = 7,4 (Li, 2012) y el método de la desoxirribosa (Ballatore y col., 2020), respectivamente. La capacidad quelante de hierro (II) se determinó por el método de la ferrozina. Estos últimos se expresaron como CI₅₀.

2.6. Citotoxicidad

Se evaluó la citotoxicidad en células IEC-18 mediante el método de la reducción metabólica del bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazol (MTT) según Ballatore y col. (2021). Las células se trataron con diferentes concentraciones de las muestras (0,15-1,2 mg/mL) por 24 h. El efecto citotóxico se expresó como el porcentaje de viabilidad celular con respecto a las células control sin tratamiento.

2.5. Análisis estadístico

Todos los experimentos se realizaron por triplicado y los datos se presentan como la media ± desviación estándar. Los resultados se compararon mediante ANOVA y prueba de Tukey utilizando InfoStat 2014/e (Grupo InfoStat, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina). Los resultados de viabilidad celular se analizaron mediante ANOVA y prueba de Bonferroni utilizando GraphPad Prism 4 (GraphPad Software,

San Diego, CA, EE. UU.). ANOVA se consideró estadísticamente significativo cuando el valor $P < 0,05$.

3. Resultados y discusión

WPH FLA presentó mayor contenido de proteína, seguido de WPH ALC y finalmente por WPH NEU (Tabla 1). Esta ligera modificación puede deberse a que FLA, ALC y NEU son enzimas comerciales líquidas que además de proteína en su composición poseen otras sustancias como sales y azúcares.

Los GH de todos los hidrolizados fueron estadísticamente diferentes entre ellos, siendo WPH FLA el que presentó mayor GH, seguido de WPH ALC y finalmente por WPH NEU (Tabla 1). Bustamante y col. (2021) reportaron que el hidrolizado de un WPC con FLA presentó el GH más alto ($46,69 \pm 0,02\%$), seguido por el hidrolizado con ALC ($37,66 \pm 0,43\%$). Los autores lo atribuyen a la amplia especificidad de las enzimas FLA y ALC, especialmente FLA que posee tanto actividad endo- como exopeptidasa. Sin embargo, otros autores han reportado valores de GH inferiores. Corrochano y col. (2019) informaron que hidrolizados de WPI con ALC y NEU tuvieron valores de GH de 13,6% y 5,28%, respectivamente. O’Keeffe & FitzGerald (2014) informaron que hidrolizados de WPC80 con ALC, NEU y FLA tuvieron valores de GH de 20,5%, 12,5% y 11,4%, respectivamente. Las diferencias en los GH reportados puede deberse principalmente a las diferentes condiciones de hidrólisis empleadas.

Tabla 1. Grado de hidrólisis y contenido proteico de WPH FLA, WPH ALC y WPH NEU.

Muestra	GH (%)	Proteína (% p/p)
WPH FLA	$34,9 \pm 0,7^a$	$78,6 \pm 0,2^a$
WPH ALC	$27,6 \pm 0,5^b$	$77,5 \pm 0,2^b$
WPH NEU	$21,0 \pm 0,3^c$	$71,0 \pm 0,4^c$

Valores con letras diferentes en la misma columna poseen diferencia significativa ($p < 0,05$).

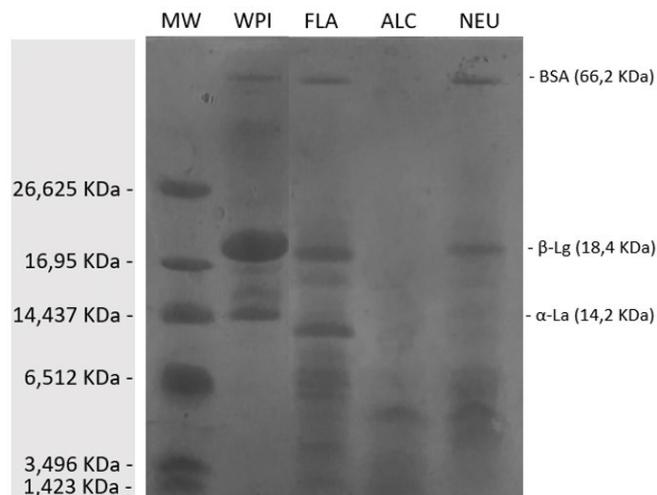


Figura 1. SDS-PAGE Tricina.



WPH FLA, WPH ALC y WPH NEU poseen perfiles peptídicos distintos (Figura 1), lo cual refleja las diferentes especificidades de las enzimas empleadas. Además, se puede observar la habilidad de estas enzimas para producir péptidos pequeños (O’Keeffe y col., 2014). Por otro lado, se destaca como ALC es la única enzima capaz de hidrolizar completamente todas las principales proteínas del suero, β -Lg, α -La e incluso BSA. Este resultado está en concordancia con lo reportado por Hussein y col. (2020), quienes observaron una completa degradación de las proteínas de WPC después de 30 min de hidrólisis con ALC.

Tabla 2. Perfil de capacidad antioxidante de WPI, WPH FLA, WPH ALC y WPH NEU.

Muestra	ABTS ^{•+} Cl ₅₀ ¹	FRAP TEAC ²	O ₂ ^{•-} Cl ₅₀ ¹	OH [•] Cl ₅₀ ¹	Quelación Fe(II) Cl ₅₀ ¹
WPI	0,151 ± 0,008 ^a	1,7 ± 0,2 ^d	-	1,26 ± 0,01 ^a	0,93 ± 0,02 ^a
WPH FLA	0,0271 ± 0,0005 ^c	16,3 ± 0,3 ^c	2,87 ± 0,14 ^a	0,96 ± 0,02 ^b	0,78 ± 0,02 ^b
WPH ALC	0,0280 ± 0,0004 ^c	20,9 ± 0,5 ^a	1,51 ± 0,05 ^c	0,77 ± 0,02 ^c	-
WPH NEU	0,0408 ± 0,0018 ^b	18,8 ± 0,7 ^b	2,01 ± 0,09 ^b	0,77 ± 0,01 ^c	-

Valores con letras diferentes en la misma columna poseen diferencia significativa ($p < 0,05$). ¹mg polvo/mL, ²μmol trolox/g polvo.

WPH FLA, WPH ALC y WPH NEU mostraron capacidad de desactivación de ABTS^{•+} y poder reductor FRAP significativamente mayor que WPI (Tabla 2). Así como también presentaron capacidad de desactivar O₂^{•-}, mientras que esta no fue detectable para WPI en las concentraciones ensayadas (hasta 5 mg/mL). Respecto a la capacidad de desactivar HO[•], si bien WPI mostró actividad, la de WPH FLA, WPH ALC y WPH NEU fue estadísticamente superior. De la misma manera WPI mostró actividad quelante de Fe(II), pero solamente la de WPH FLA fue estadísticamente superior, ya que no fue posible calcular un Cl₅₀ para WPH ALC y WPH NEU. Se ha reportado previamente que la lactoferrina posee actividad quelante de Fe(II), lo que puede explicar el potencial antioxidante del WPI (Corrochano y col., 2018). O’Keeffe & FitzGerald (2014) informaron que los hidrolizados de WPC con FLA, ALC y NEU tenían capacidad antioxidante significativamente mayor que WPC para ORAC. Vavrusova y col. (2015) evaluaron la actividad antioxidante de las fracciones peptídicas individuales obtenidas mediante cromatografía de exclusión molecular de un hidrolizado de proteína de suero. Los autores informaron que las fracciones de mayor peso molecular mostraron mejor capacidad para quelar hierro, así como también la mostraron las fracciones con menor capacidad de desactivar el radical de la sal de Fremy. Esto se correlaciona con el hecho de que WPH ALC y WPH NEU presenten la mayor capacidad para desactivar HO[•] y no para quelar metales. WPH FLA, WPH ALC y WPH NEU mostraron diferentes perfiles de capacidad antioxidante, lo cual es esperable dados los diferentes perfiles peptídicos resultantes. Por lo tanto, las propiedades antioxidantes de los WPH se deben

a una mezcla de diferentes péptidos y no pueden atribuirse a un solo mecanismo (Vavrusova y col. (2015).

Respecto a la citotoxicidad, la viabilidad de las células IEC-18 (Figura 2) no mostró diferencia significativa con el control cuando fueron tratadas con WPH FLA en todas las concentraciones evaluadas y con WPH NEU en las concentraciones hasta 0,3 mg/mL. De todos modos, la viabilidad celular fue $\geq 70\%$ para todas las concentraciones evaluadas de WPI, WPH FLA y WPH NEU, demostrando ser no citotóxicas (Ballatore y col., 2021). Por el contrario, la viabilidad celular fue $< 70\%$ para todas las concentraciones evaluadas de WPH ALC. Ballatore y col. (2021) reportaron que péptidos liberados de la hidrólisis de concentrado de proteína de suero (WPC 35) con tripsina (WPH) y su fracción $< 3\text{KDa}$ (fWPH) fueron citotóxicos recién en concentraciones superiores a $\sim 5\text{ mg/mL}$ y $\sim 3\text{ mg/mL}$, respectivamente, las cuales son superiores a las aquí evaluadas. La menor concentración a la que es citotóxica la fracción $< 3\text{KDa}$ podría explicar en parte la citotoxicidad de WPH ALC, ya que es el hidrolizado que presenta más péptidos de menor tamaño molecular. Sin embargo, no se ha informado todavía sobre la toxicidad de los péptidos del suero (Sarker, 2022). Esto resalta la importancia de la realización de estudios de citotoxicidad y de garantizar la bioseguridad de los péptidos bioactivos antes de utilizarlos como ingredientes alimentarios (Ballatore y col., 2021; Sarker, 2022).

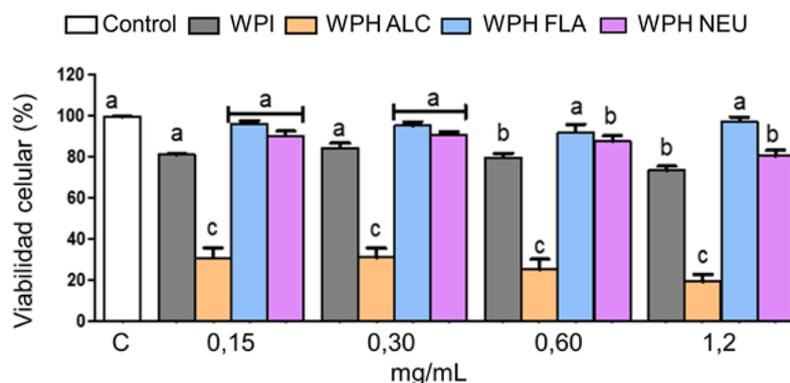


Figura 2. Citotoxicidad de WPH FLA, WPH ALC y WPH NEU frente a células IEC-18.

4. Conclusiones

WPH FLA, WPH ALC y WPH NEU revelaron resultados de capacidad antioxidante estadísticamente superiores a WPI para todos los ensayos empleados, a excepción de WPH ALC y WPH NEU para la actividad quelante de Fe(II). También revelaron diferentes perfiles de capacidad antioxidante, demostrando distintos mecanismos de acción de los péptidos bioactivos obtenidos. No obstante, solamente WPH FLA y WPH NEU fueron no citotóxicos frente a la línea celular IEC-18 en todo el rango de concentraciones ensayadas. Por lo tanto, las enzimas Flavourzyme® 1000L y



Neutrasa® 0.8L resultaron ser las más adecuadas en las condiciones establecidas para la producción de hidrolizados con capacidad antioxidante destinado a utilizarse como potencial ingrediente bioactivo para la formulación de alimentos funcionales.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de CONICET, Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación, y Universidad Nacional Villa María.

6. Bibliografía

- Ballatore, M. B., Bettiol, M. del R., Vanden Braber, N. L., Aminahuel, C. A., Rossi, Y. E., Petroselli, G., Erra-Balsells, R., Cavaglieri, L. R., & Montenegro, M. A. (2020). Antioxidant and cytoprotective effect of peptides produced by hydrolysis of whey protein concentrate with trypsin. *Food Chemistry*, 319(February), 126472. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126472>
- Ballatore, M. B., Escobar, F. M., Rossi, Y. E., Bettiol, M. del R., Torres, C. V., Montenegro, M. A., & Cavaglieri, L. R. (2021). Cytotoxic activity and genotoxicity of antioxidant WPC-hydrolysates and their probiotics compatibility as Potential Functional Feed Additive. *Food Bioscience*, 41(May 2020). <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100922>
- Bustamante, S. Z., González, J. G., Sforza, S., & Tedeschi, T. (2021). Bioactivity and peptide profile of whey protein hydrolysates obtained from Colombian double-cream cheese production and their products after gastrointestinal digestion. *Lwt*, 145(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111334>
- Corrochano, A. R., Buckin, V., Kelly, P. M., & Giblin, L. (2018). Invited review: Whey proteins as antioxidants and promoters of cellular antioxidant pathways. *Journal of Dairy Science*, 101(6), 4747-4761. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13618>
- Corrochano, A. R., Sariçay, Y., Arranz, E., Kelly, P. M., Buckin, V., & Giblin, L. (2019). Comparison of antioxidant activities of bovine whey proteins before and after simulated gastrointestinal digestion. *Journal of Dairy Science*, 102(1), 54-67. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14581>
- Eberhardt, A., López, E. C., Marino, F., Mammarella, E. J., Manzo, R. M., & Sihufe, G. A. (2021). Whey protein hydrolysis with microbial proteases: Determination of kinetic parameters and bioactive properties for different reaction conditions. *International Journal of Dairy Technology*, 74(3), 489-504. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12795>
- Hussein, F. A., Chay, S. Y., Zarei, M., Auwal, S. M., Hamid, A. A., Wan Ibadullah, W. Z., & Saari, N. (2020). Whey protein concentrate as a novel source of bifunctional peptides with angiotensin-i converting enzyme inhibitory and antioxidant properties: RSM study. *Foods*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/foods9010064>
- Nielsen, P. M., Petersen, D., & Dambmann, C. (2001). Improved method for determining food protein degree of hydrolysis. *Journal of Food Science*, 66(5), 642-646. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb04614.x>
- O'Keeffe, M. B., & FitzGerald, R. J. (2014). Antioxidant effects of enzymatic hydrolysates of whey protein concentrate on cultured human endothelial cells. *International Dairy Journal*, 36(2), 128-135. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.01.013>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Vavrusova, M., Pindstrup, H., Johansen, L. B., Andersen, M. L., Andersen, H. J., & Skibsted, L. H. (2015). Characterisation of a whey protein hydrolysate as antioxidant. *International Dairy Journal*, 47, 86-93. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.02.012>