

ISSN 2250-8872
Número 47 (Suplemento)
Año 26 - 2026



CIENCIAS AGRONÓMICAS

REVISTA DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS - UNR



Facultad de
**Ciencias
Agrarias**

UNR

Universidad
Nacional
de Rosario

25 y 26 de junio 2026



Ciencia y Tecnología Agraria

XI Jornadas FCA-UNR
V Reunión Arg-Chile

>JCT< LIBRO DE RESÚMENES 2026



FACULTAD
DE AGRONOMÍA



Universidad
de Concepción



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
TEMUCO

AGRONOMÍA
FACULTAD DE
RECURSOS NATURALES



Facultad de
Ciencias
Agrarias

UNR

Durante el año 2026 seguimos estrechando lazos interinstitucionales en los ámbitos académico, científico y tecnológico. En esta edición de las Jornadas de Ciencia y Tecnología Agraria fue anfitriona la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina), durante los días 25 y 26 de junio pasado, y contó con el apoyo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción (Chile) y la Facultad de Recursos Naturales de la Universidad Católica de Temuco (Chile). La actividad se desarrolló en un ambiente de colaboración y fraternidad entre las instituciones organizadoras, promoviendo la integración de conocimientos y experiencias que contribuyan al fortalecimiento de nuestras comunidades académicas y profesionales. Incluyeron tres charlas magistrales, 71 trabajos presentados en formato de poster digital, y 13 trabajos presentados en sesiones orales.

AUTORIDADES

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
Decano Ing. Agr. Esp. Pablo Palazzesi – Vicedecano Ing. Agr. Santiago Dearma

Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción (Chile)
Decano MSc Manuel Faúndez Salas – Vicedecano Dra. María Dolores López Belchí

Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco (Chile)
Decano Dr. Miguel Escalona Ulloa – Vicedecana Dra. Ximena Andrea Araneda Durán

COMITÉ ORGANIZADOR

Facultad de Ciencias Agrarias - UNR (Argentina)

Bianchi, Marta B.
Montechiarini, Nidia H.
Boldorini, Araceli
Burzacca, Luciana
García, Silvina
Manasseri, Florencia
Marinelli, Evelina
Piccotto, Aldana
Larripa, Marcelo
Nestares, Graciela
Quijano, Álvaro
Barrera, María Andrea
Urquiza, Carolina Belén

Facultad de Agronomía - UdeC (Chile)

Figueroa-Cares, Inés
Fischer, Susana
Osadey, Yessica
Vargas, Marisol
Velasco, Valeria

Facultad de Recursos Naturales - UCT (Chile)

Araneda Durán, Ximena
Castillo, Claudia
Curaqueo Fuentes, Gustavo
Morales Ulloa, Daniza

COMITÉ DE REVISIÓN AÑO 2026

Álvarez Prado, Santiago
Beltrán, Celina
Berardi, José
Bianchi, Marta B.
Bonel, Beatriz
Bueno, Miriam
Calderón, Arturo
Cerdeña, Raul
Curaqueo, Gustavo
Doussoulín, Marcelo
Espejo, Winfred
Faúndez, Manuel
Fernández, Celina
Ferrada, Alvaro
Figuerola, Ines
Frustragli, Sandra
Galetti, Luciano
Garriga, Miguel
Gato, Ismaray
Gerding, Macarena
Gómez, Rodrigo
González, Víctor
Grasso, Rodolfo
Guajardo, Christian
Jotinsky., Gabriela
Jozami, Emiliano
Khaled Elazab, Abdelhalim

Kuschel, Matias
Larripa, Marcelo
López, María Dolores
Maldonado, Rodrigo
Marinelli, Evelina
Martín, Eugenia
Mondino, María Cristina
Moya, Ernesto
Muñoz, Cristina
Nestares, Graciela
Peruzzo, Alejandra
Pinto, Antonio
Pozzi, Florencia
Quijano, Álvaro
Rodríguez, Valeria
Romagnoli, Valeria
Rotondo, Rosana
Scaglione, Josefina
Schoebitz, Mauricio
Silva, Gonzalo
Soescun, Tatiana
Valdivia, Walter
Vargas, Marisol Vargas
Vazquez, Paula
Velasco, Valeria
Wells, Guillermo
Williams, Pamela
Zapata, Nelson

TRABAJOS ACEPTADOS EN LAS XI JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA –V REUNIÓN ARGENTINA-CHILE 2026

1. Agricultura y Cambio Climático

Respuestas fisiológicas, productivas y de la microbiota rizosférica del suelo al riego deficitario controlado después de cosecha en un huerto de cerezos cv. Santana.

Alvear, Tamara; Calderón-Orellana, Arturo; Gerding, Macarena; Bastías, Richard M.; Contreras, Carolina y Antileo-Mellado, Silvia

Efecto de la incorporación de residuos vegetales en cultivos bajo rotación sobre la actividad microbiológica en suelos

Arévalo, Sandra Isidora, Schoebitz Mauricio Iván Antonio, Hirzel, Juan Fernando

Evaluación de la huella de carbono del cultivo de soja de primera en el sur de la provincia de Santa Fe (Argentina) mediante análisis de ciclo de vida

Breso, Ana; Porstmann, Juan; Vigna, Cecilia; Piaestrellini, Roxana; Jozami, Emiliano

Análisis transcriptómico de la respuesta de resistencia a la roya asiática de la soja bajo diferentes temperaturas

Cambursano, Mariana Virginia; Maldonado, Rodrigo Agustín; Quijano, Álvaro; Cairo, Carlos Alberto

Respuesta relativa de *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) a amitraz y uso de hidrolato de *Thymus vulgaris* para su control

Bastián Alonso Campos-Monsalve; Gonzalo Silva-Aguayo; J. Concepción Rodríguez-Maciel; Teresa Santillán-Galicia; Marcela Rodríguez; María Dolores López-Belchi

Influencia de la actividad microbiana del suelo en variables agronómicas y fisiológicas de trigo primaveral bajo diferentes niveles de déficit hídrico

Hidalgo, Nathalie Andrea; Elazab, Abdelhalim Khaled; Zapata, Nelson Rolando; Schoebitz, Mauricio Iván

Respuestas fisiológicas y productivas de variedades de trigo primaveral (*Triticum aestivum* L.) bajo diferentes condiciones hídricas

Silva-Cabrera, Yerko; Elazab, Abdelhalim; Garriga, Miguel; Zapata, Nelson; Sepúlveda-Moncada, Josefa

Bioprospección y caracterización de rizobacterias nativas asociadas a *Pistacia vera* con potencial promotor del crecimiento vegetal

Vera, Luis Fernando; Gato, Ismaray; Retamal, Jorge Andres; Schoebitz, Mauricio Ivan

2. Tecnología de Alimentos, Seguridad e Inocuidad Alimentaria

Diseño de instalaciones de las salas de extracción de miel en territorio bonaerense

Mouteira, María Cecilia; Paradela, Marcial; Guardia López, Ariel

Evaluación de los parámetros físico-químicos y estándares de calidad en mieles envasadas bonaerenses

Mouteira, María Cecilia; Paradela, Marcial; Alberto, Cecilia; Ana Clara Dedomenici; Basso, Marilina

Diagnóstico edilicio y sanitario de las salas de fraccionamiento de miel bonaerense

Mouteira, María Cecilia; Paradela, Marcial; Guardia López, Ariel; Basso, Marilina

Desarrollo de tortillas a base de arroz integral nixtamalizado y lenteja turca: evaluación tecnológica y potencial funcional

Ambrogi, Gisela; Lingiardi, Nadia; Bruguezzi, César; Matjazic, Daniela; Chehem, Matías¹; Piccirilli, Gisela; Spelzini, Dario; Llopart, Emilce; Soazo, Marina

Efecto de sistemas de empaque sobre la calidad de postcosecha de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en condiciones de almacenamiento en frío

Beluzán, Francisco; Romero, Iverly

Evaluación del efecto de bioinsumos sobre la dinámica epidemiológica de enfermedades en trigo (*Triticum aestivum* L.) en un sistema productivo sostenible

Maria Victoria Gabrielli, Cristian Mapelli, Dana Di Mónaco, María Ayelén Pagani, M. Victoria Benedetto, M. Celeste Tur, Paolo Cacchiarelli, Alejandra Peruzzo

Estudio preliminar sobre algunas características de la oferta de carne de cerdo en cadenas de supermercados de la ciudad de La Plata - Argentina

Pastorelli, Vanessa Rhodia S.; Mouteira, María Cecilia; Tamburini, Verónica Claudia

Análisis de las dimensiones socioeconómicas del fraccionamiento artesanal de miel en la Provincia de Buenos Aires

Mouteira, María Cecilia; Paradela, Marcial; Guardia López, Ariel

Estudio descriptivo sobre la comercialización de la carne aviar en supermercados de la ciudad de La Plata

Tamburini, Verónica Claudia; Mouteira, María Cecilia; Pastorelli, Vanessa Rhodia S.

Estructura Curricular y Oportunidades Co-curriculares: Percepción de Estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNLP

Mouteira, María Cecilia; Guardia López, Ariel, Pérez, Raúl

3. Ecología, Biodiversidad y Ambiente

Relación entre la abundancia de polinizadores y la oferta de polen en dos localidades contrastantes del centro bonaerense

Bastien, Evangelina; Frígoli, Leandro; Bruno, Maria Sofia.

Microplásticos en suelos vitivinícolas del valle del Itata: abundancia, distribución en el perfil edáfico, composición polimérica y relación con manejo y proximidad urbana

Cerda-Moraga, Claudia; Paredes, Katherine; Pascual, Guillermo; Schoebitz, Mauricio; López-Belchí, María Dolores

Comunidad funcional de artrópodos en sitios con intervención antrópica en la Rivera del Arroyo Ludueña

Fernandez, Gabriela, Canepa, María, Mestre Diego

Epistemología y metodología del pensamiento transdisciplinario. Informe final

Elvio Galati

Evaluación de secretomas de hongos poliporoides para la degradación de los herbicidas 2,4-D y Atrazina.

González, Mora; Permingeat, Hugo; Perotti, Valeria

Cálculo preliminar de las emisiones de metano en Vaca Muerta (Argentina) mediante datos de la misión *Carbon Mapper*

Martín, Sara Berenice; Di Leo, Néstor Cristian; Ascolani, Federico; Santi, Juliana

Estudios de viabilidad en bioinsumos a base de *Kosakonia radicincitans* bSL2

Possetto, Paola Andrea; Calvo, Juan Armando; Navarta, Leonardo Gastón; Cáceres, Matías Exequiel; Sansone, María Gabriela; Calvente, Viviana Edith

Estudio de las comunidades microbianas en sistemas circulares-regenerativos mediante el análisis de datos de secuenciación de alto rendimiento

Rodriguez, Aranza; Vallasciani, Maribel; Pozzi, Florencia Ileana

Comparación de índices de agua en condiciones hidrológicas contrastantes en el Delta del Paraná (Argentina).

Santi, Juliana; Ascolani, Federico, Martin, Sara; Ascolani, Guillermo y Di Leo, Néstor Cristian

Producción de biomasa bacteriana en medios de cultivo económico y estudios de supervivencia en formulados sólidos para ser usados como biofertilizante

Parodi, Lucia Belén; Rodríguez Villarreal, Victoria; Possetto, Paola Andrea; Lambrese, Yesica Sabrina; Navarta, Leonardo Gastón; Adaro Mauricio; Sansone, María Gabriela; Calvente, Viviana Edith

4. Educación en Ciencias Agrarias y Naturales

Análisis del desempeño académico y participación estudiantil en instancias finales de evaluación de Química General e Inorgánica de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (2022 - 2025)

Amato, Lucía Dolores; Lazzarini, Agustina Luz; Lovera, Mariano; Mancini, Micaela.

Desafíos de la enseñanza del derecho: construcción de prácticas sobre colegiación profesional en Ingeniería Agronómica de la UNR

Capitani, Lucila; Peyrano, Guillermo; Pooli, Giuliana; Reissenauer, Florencia; Tielman, Federico; Prado, Guadalupe; Alsina, María Verónica.

Experiencias que dejan huellas. Seminario de producción lechera para estudiantes en la EEA INTA Rafaela, provincia de Santa Fe (Argentina)

Dichio, Luciana¹; Larripa, Marcelo²; Pece Mariela³, Scala María Rosa³

Perfiles de competencias digitales en estudiantes universitarios: diagnóstico y aportes para el diseño curricular en Ciencias Agrarias

Mansilla, Carla M.; Becchio, Rosa M.

Evaluación de la aplicación del enfoque Enseñanza para la Comprensión de la asignatura Anatomía y Fisiología Animal en Ingeniería Agronómica

Muñoz, Griselda; Tolini, María Fernanda; Celoria, Fiorela; Cordini, María Nazarena; Garfagnoli, Ramiro

El aprendizaje basado en problemas como puente entre la teoría de topografía agrícola y la práctica profesional agronómica

Scalli, Virginia; Colazo, Juan Cruz

De los recursos naturales a las ciencias ambientales

Elvio Galati

Análisis del cambio de plan de estudios y las trayectorias estudiantiles en Química General e Inorgánica (FCA - UNR)

Lazzarini, Agustina Luz; Amato, Lucía Dolores; Giuntoli, Gustavo; Mancini, Micaela.

5. Economía, Extensión y Desarrollo Rural

Familias ganaderas en el sur santafesino

Victoria Benedetto y Evangelina Tifni

Actores claves y redundancia funcional en la apicultura de Patagonia Norte, Argentina

Céspedes, Fernando Nicolás; Ladio, Ana Haydeé

Exportaciones de tabaco desvenado. Aporte al crecimiento de las economías regionales del NEA

González, Víctor Rolando; Piermatei, Cecilia; Cañete, Bárbara

Evolución económica de la actividad Cría Bovina en el Sur de Santa Fe. Período 2012 -2022.

Porstmann, Juan; Vigna, Cecilia; Arrizabalaga; Gonzalo; Zamaro, Luciano; Riolfo Violeta.

Determinación de la Unidad Económica Agrícola del sector frutícola en la provincia de Entre Ríos

Rivera Rúa, Victorina; Riolfo, Violeta; Coniglio, Rubén

Estrategias de diferenciación de los productos apícolas: propóleos

Mouteira, María Cecilia; Paradela, Marcial; Peralta, Stefanía; De Castro, Cecilia; Pérez, Raul; Perini, Daniela Florencia

La alianza sociotécnica como estrategia de comercialización en familias hortícolas

Tifni, Evangelina; Fransoi, María Sol; Curti, Javier; Battochio, Paula; Perozzi, Milva

6. Maquinaria Agrícola e Instalaciones Rurales

Realidad aumentada aplicada al estudio de la maquinaria agrícola

Cristopher, Jeszael; Cabral, Serena; Alustiza, Victoria; Camblong, Mario; Hering, Facundo; Rivanegra, Carola; Reixach, Guillermina; Szuszan, Tomás; Valdez, Guisen

Realidad virtual aplicada al estudio de la maquinaria agrícola

Cristopher, Jeszael; Vazquez, Pedro; Muniagurria, Federico; Ferrero, Justo; Sosa, Santiago; Dávila, Romina; Pascualetto, Victoria; Noguerol, Martina; Ponte, Juan

7. Mejoramiento Genético y Biotecnología

Efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento, estado hídrico y rendimiento de trigo primaveral (*Triticum aestivum* L.)

Sepúlveda, Josefa; Elazab, Abdelhalim; Garriga, Miguel; Zapata, Nelson; Silva-Cabrera, Yerko

Estimación multivariada de los efectos génicos de una línea de tomate asociados a la calidad de fruto aplicando Análisis Factorial Múltiple Dual y Análisis de Componentes Principales

Lucía Alvarado, Guillermo Raúl Pratta, María Susana Vitelleschi

Evaluación de la capacidad de germinación de los tubos polínicos de girasol (*Helianthus annuus* L.) en respuesta a diferentes dosis de radiación gamma

Amato, Lucía; Basso, Marilina; Romero, Gloria; Curti, Lucía; Nestares, Graciela; Bianchi, Marta B.; Ochogavía, Ana C.

Efecto del priming con radiación gamma sobre el crecimiento vegetativo y la capacidad antioxidante en *Brassica* sp.

Arriagada, Pablo; López, María Dolores; Villegas, Daniel; Garriga, Miguel; Schoebitz, Mauricio⁴

Validación de polimorfismos genómicos en el cromosoma 5 asociados a la vida poscosecha del fruto de tomate en una población de híbridos dobles

Brulé, Franco Fernando; Rodríguez, Gustavo Rubén; Pereira da Costa; Javier Hernán

Desarrollo de una población segregante para el contenido de rutina en espárrago.

Darfe Retuerta, Camila Denise; Balaban, David Mario; Martina, Matteo; Portis, Ezio; Acquadro, Alberto; Martin, Eugenia Alejandra

Asociación entre la variabilidad fenotípica y molecular detectada por marcadores SNP-HRM diferencialmente diseñados en una F₂ de un cruzamiento amplio de tomate

Dana Di Monaco, Elisa Barraso Tognolotti, Paolo Cacchiarelli, Vladimir Cambiaso, Valentina Goytia Bertero, Débora P. Arce, Gustavo R. Rodríguez, Guillermo R. Pratta

Inducción de brotes múltiples en el meristema apical de embriones maduros de *Eragrostis curvula*: efecto del medio de cultivo, la condición de iluminación y el repique

Di Tomaso, Jorge; Permingeat, Hugo; Souza Canada, Eduardo D.

Identificación de variantes genéticas entre el cultivar Voyage de *Solanum lycopersicum* y dos genomas de referencia

Freggiaro, Celeste; Vazquez, Dana Valeria; Rodríguez, Gustavo Rubén

Identificación de reguladores transcripcionales involucrados en la tolerancia a la acidez en rizobios noduladores de alfalfa

Iglesias, Julieta; Rocco Welsh, Ramiro; Pistorio, Mariano; Nilsson, Juliet.

Híbridos de tomate con introgresiones de *Solanum pimpinellifolium* L. revelan variabilidad y efectos génicos promisorios para la mejora de la calidad de fruto

Limas, Ma. Cecilia; Freggiaro, Celeste; Pereira da Costa, Javier H.; Rodríguez, Gustavo R.

Calidad fisiológica de semillas de maíz para fechas anticipadas de cosecha

Montanos María Inés, Gosparini Carlos, Cañón Liliana y Montechiarini Nidia

Afinidad de variedades mejoradas de lenteja a diferentes bioestimulantes nativos del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias

Nuñez, M. S.; Guindón, M. F.; Carlier, J.; Colombo, M.; Palacios Martinez, L. T.; Bermejo, C.

Determinación del contenido de aceite en semillas de girasol (*Helianthus annuus* L.) de plantas diploides y tetraploides mediante extracción Soxhlet

Romero, Gloria; Amato, Lucía; Giménez, Magalí; Rúa, Federico; Ochogavía, Ana C.

Dinámica de acumulación de biomasa en meristemas apicales de *Eragrostis curvula*: influencia del medio de cultivo y el fotoperiodo en el crecimiento *in vitro*

Di Tomaso, Jorge; Permingeat, Hugo; Souza Canada, Eduardo D.

Capacidad germinativa de semillas de lenteja en desarrollo para optimizar un sistema de Speed Breeding.

Palacios Laura Tatiana, Guindón María Fernanda, Balaban David, Montechiarini Nidia, Gosparini Carlos, Nuñez Marcela, Bermejo Carolina.

Evidencia de interacción genotipo x ambiente para caracteres de interés productivo en las primeras variedades argentinas de banana (*Musa acuminata*) en condiciones subóptimas y variables

Gerardo Carlos Tenaglia, Pablo Germán Caballero, Guillermo Raúl Pratta

8. Producción Agropecuaria

Distinto ambiente, distinto manejo – Ajustes en la estructura del cultivo para maximizar rendimiento en soja de primera y segunda

Angelozzi, Valentín; Alvarez Prado, Santiago; Gerde, José; Di Mauro, Guido

Inhibición *in vitro* de serovares de *Salmonella enteritidis* con probióticos de gallinas orgánicas

Cardaci, Paola; Altamirano, Rodrigo; Sosa, Nélica; Vignoni, Ernesto; Batallé, Mariano; Barrios, Hebe; Prosdócimo, Florencia; Albo, Graciela

Evaluación de la biofertilización y fertilización fosfatada sobre la eficiencia en el uso del agua y el rendimiento en trigo (*Triticum aestivum* L.)

Fernández, Gustavo Alberto; Bianchi, Daniel A; Pantuso Francisco

Manejo del riego en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y su efecto sobre el rendimiento y la productividad del agua en La Araucanía, Chile

López-Olivari, Rafael; Beluzán, Francisco; Quintulen-Ancapi, Valeria

Efecto de la altura de la canopia sobre la degradabilidad ruminal y la digestibilidad *in situ* del pasto Tangola (*Urochloa arrecta* × *Urochloa mutica*)

Obregón, Karla Mariquena; Giuliani, Jorge Augusto; Pozo, Claudio Antonio; Gon, Lucas Ruben; Bonnet, Celeste Maricel

Evaluación de la resiembra de soja ante pérdidas de plantas y/o área foliar en la Región Central de Argentina

Rendón, Mariano; Angelozzi, Valentín; Venece, Matías; Costanzi, Jerónimo; Parra, Gonzalo; Di Mauro, Guido

Nodulación en arveja (*Pisum sativum*) bajo distintos tratamientos de inoculación: una experiencia de investigación en la escuela secundaria técnica

Skejich Patricia A.; Cattaneo Romina M.

Evaluación de la degradabilidad ruminal como predictor de la digestibilidad *in situ*

Villalba, Clarisa Victoria; Zigarán, Débora Magdalena; Obregón, Karla; Vargas, Mauro; Bonnet, Celeste Macielt; Corrales, Maria Paz; Giuliani, Augusto; Pozo, Claudio Antonio

Sistemas integrados: efecto de la producción de los cultivos de servicio con y sin pastoreo sobre el rendimiento relativo de maíz en el sur de Santa Fe

Zurbriggen, Gabriel; Aquilano, José; Fossato, Ricardo; Frattin, Nicolás; Jolly Pérez, Agustín; Ortiz Mackinson, Juliana; Van Kruijssen, Ivan; Ceaglio, Emanuel; Nalino, Martín; Dichio, Luciana; Pereyra, Lucas; Pires, Martín; Tomassetti, Alex; Planisich, Alejandra

Inversión térmica y viento, definición de ventanas seguras de aplicaciones terrestres en el sur de la provincia de Santa Fe (Argentina)

Dickie, María José; Barbero, Sacha

Análisis preliminar de la relación entre el Índice de Vegetación Radar (RVI) y el ratio de polarización VV/VH con índices de vegetación ópticos (NDVI, EVI) en función del estado de la cobertura vegetal

Ascolani, Federico, Santi, Juliana; Martin, Sara; Ascolani, Guillermo y Di Leo, Néstor Cristian

Manejo del riego en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) y su efecto sobre el rendimiento y la productividad del agua en La Araucanía, Chile

Beluzán, Francisco; López-Olivari, Rafael

Dinámica de la postura en avicultura alternativa: impacto de las épocas del año en el desempeño biológico

Cardaci, Paola Patricia; Aventín Moretti, Agustina; Gazovic, Paula; Tammara M. Belén; Benavidez, Ernesto; Albo, Graciela; Ferrando Noelia

Selección de índices espectrales óptimos mediante XGBoost-SHAP: un enfoque interpretable para el pronóstico del rendimiento de soja con sensores a bordo de RPAS

Di Leo, Néstor Cristian; Ascolani, Federico; Santi, Juliana; Martín, Sara Berenice

Análisis de la sustentabilidad socioeconómica de sistemas lecheros del sur de Santa Fe
Larripa, Marcelo; Dichio, Luciana

Relación entre la digestibilidad de la materia seca *in vitro* e *in situ* de alimentos para rumiantes
Villalba, Clarisa Victoria; Pozo, Claudio Antonio; Jaurena, Gustavo; Kozloski, Gilberto Vilmar

Genome-wide Association Study and Transcriptome Analysis Identify QTLs and Candidate Genes Associated with Aluminum (Al^{3+}) Tolerance in Flax (*Linum usitatissimum* L.)
Soto-Cerda, Braulio; Inostroza-Blancheteau, Claudio; Larama, Giovanni; Tighe, Ricardo

10. Tecnología de Suelos y Agua

El uso de chip de poda mejora las condiciones edáficas en sistemas de producción de alcaucil
Bonel, B.; Rotondo, R.; Ortiz Mackinson, M.; Grasso, R.; Balaban, D.; Legno, D.; Moretto, J.P.

Ajuste del balance hídrico de Thornthwaite para condiciones de restricción hídrica en Zavalla, Santa Fe
Dickie, María José; Barbero, Sacha; Jozami, Emiliano

Experiencia productiva con la línea de postura Brown Nick de sistemas alternativos, desempeño productivo bajo sistema pastoril en Buenos Aires
Casanova, H.; Albo, G.N.; Altamirano, R.

Desarrollo de una plataforma experimental para evaluar la respuesta fotoperiódica de genotipos de soja en condiciones controladas
Gabutto, Victoria S.; Bianchi, Julieta S.; Quijano, Alvaro; Cairo, Carlos A

Cambios de uso de suelo de rural a urbano en las regiones de Ñuble y Biobío: comparativo entre los años 2002-2022
Loyola Pérez, Vicente Joaquín; Cerda González, Raúl

Conferencias



Ciencia y Tecnología Agraria
XI Jornadas FCA-UNR - V Reunión Argentina-Chile

Polinizadores nativos y agroecosistemas sostenibles: el papel del paisaje y las abejas *Eucerini* en huertas de *Cucurbita maxima*

Mazzei, Mariana Paolai¹; Galetto, Leonardo²; Vespri, José Luis¹

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias, IICAR-CONICET, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Campo Experimental J. F. Villarino, 2125 Zavalla, Santa Fe, Argentina

²Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, IMBIV-CONICET-Universidad Nacional de Córdoba, Vélez Sarsfield 1666, 5016 Córdoba, Argentina

mariana.p.mazzei@gmail.com

La diversidad del paisaje a nivel regional y las prácticas agrícolas implementadas en cada finca son factores reconocidos por su influencia en la polinización por abejas y en la productividad de los cultivos. No obstante, aún son limitados los estudios que analizan de manera conjunta ambos aspectos mediante múltiples indicadores. En este trabajo se aplicaron índices de sostenibilidad en dos escalas: regional y local (siguiendo la metodología Mazzei et al., 2024) con el objetivo de ubicar las fincas a lo largo de gradientes paisaje y manejo, y evaluar cómo estas condiciones afectan la sostenibilidad en la producción de *Cucurbita maxima* Duch., un cultivo altamente dependiente de insectos polinizadores. La sostenibilidad se definió basada en factores que favorecen la abundancia de abejas y en consecuencia la polinización y el rendimiento. Se consideraron la combinación de las características del paisaje regional (mayor proporción y conectividad de áreas seminaturales, presencia de huertas pequeñas interconectadas, entre otras) y las prácticas de manejo locales (uso de bordes con vegetación espontánea, reducción de insecticidas neonicotinoides y piretroides, diversidad de cultivos, entre otras). Se propuso que incrementos simultáneos en ambos índices potenciarían la presencia de distintos grupos de abejas, la polinización (medida por el número de semillas por fruto) y el rendimiento (peso del fruto). Asimismo, se consideró que un alto nivel de sostenibilidad local podría compensar parcialmente un bajo nivel regional, aunque sin alcanzar los beneficios de mejoras conjuntas. El trabajo de campo se desarrolló en veintidós fincas durante dos años. Se cuantificaron las visitas de abejas a flores y se recolectaron frutos para medir tanto el peso comercial (a los 5 días luego de la antesis) como el número de semillas con embriones (a los 10 días luego de la antesis). Los resultados mostraron que las abejas del género *Eucera*, nativas y específicas del género *Cucurbita*, respondieron positivamente a incrementos en ambos índices. Además, una mayor sostenibilidad local se asoció con una mayor abundancia de Halictidae (abejas nativas) y con una disminución en las visitas de *Apis mellifera* L. (abejas exóticas). Las abejas del género *Eucera* se caracterizan por anidar en el suelo, generalmente cerca de plantas de cucurbitáceas. Los halictidos, tanto en el suelo como en troncos, lo que indica que requieren la presencia de ambientes seminaturales para su desarrollo. Por su parte, *A. mellifera* no mostró una relación marcada con los niveles de sostenibilidad, lo que sugiere que no depende de recursos tan específicos como las abejas nativas. Además, suele asociarse a cultivos extensivos con abundantes recursos florales y posee la capacidad de volar mayores distancias que las especies nativas. El rendimiento y la polinización efectiva solo mejoraron con prácticas locales cuando el paisaje regional también presentaba alta sostenibilidad. En conjunto, los hallazgos destacan la importancia de integrar las fincas en paisajes diversos, con ambientes seminaturales y huertas sostenibles interconectadas, como estrategia para optimizar el servicio ecosistémico de la polinización por abejas nativas.

Bibliografía

MAZZEI, M. P.; VESPRINI, J. L.; BREEZE, T. D.; IGLESIAS, M. D. R. y GALETTO, L. (2024) Creating territorialized sustainability indices to evaluate pollination. *Agricultural Systems* 219 (February).

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104043>

Bioinsumos encapsulados: una herramienta agronómica para mejorar la rizósfera, el crecimiento vegetal y la salud del suelo

Mauricio Schoevitz

Departamento de Suelos y Recursos Naturales de la Facultad de Agronomía UdeC,
mschoebitz@udec.cl

La presentación trata sobre el uso de bioencapsulación de bacterias benéficas como estrategia tecnológica para mejorar la eficiencia de los bioinsumos agrícolas. Parte explicando el rol de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal, como *Enterobacter ludwigii* y *Bacillus pumilus*, destacando funciones como producción de hormonas, crecimiento radicular, solubilización de fosfatos y fijación biológica de nitrógeno.

Los inoculantes tradicionales —líquidos, liofilizados y peletizados— con los inoculantes encapsulados, resaltando que la encapsulación permite proteger las células bacterianas, aumentar su viabilidad, reducir el estrés ambiental y liberar microorganismos de forma gradual en el suelo. La presentación también explica el uso de hidrogeles y biopolímeros naturales, especialmente alginato, carragenano, quitosano y gelatina, como matrices para formular bioinsumos más sustentables.

Una parte importante está dedicada a las tecnologías de producción de cápsulas, como extrusión por gravedad, aire coaxial, vibración, potencial electrostático, JetCutter y secado por aspersión. También se muestran resultados de formulaciones con alginato-almidón, viabilidad bacteriana, biodegradación en suelo, microscopía electrónica y aplicación en terreno.

Finalmente, los bioinsumos encapsulados pueden mejorar el establecimiento vegetal, la colonización radicular, la actividad biológica del suelo y algunos indicadores como biomasa microbiana, deshidrogenasa, proteasa, ureasa y glomalina. La bioencapsulación puede ser una herramienta útil para mejorar el establecimiento de plantas, fortalecer la rizósfera y contribuir a la recuperación de suelos degradados.

Aceites esenciales para el control de plagas de importancia agropecuaria

Dr. Gonzalo Silva-Aguayo

Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile

gosilva@udec.cl

La población mundial está creciendo a una tasa que para el año 2050 habrá dos mil millones más de habitantes en el planeta que requerirán de alimentos, viviendas y servicios entre otros recursos. Por otra parte, el planeta está viviendo un proceso de cambio climático en que la temperatura y anhídrido carbónico están aumentando mientras que los recursos hídricos y suelos cultivables disminuyen lo cual implica que la agricultura tendrá que producir más alimentos, con menos suelo y agua y en un ambiente con condiciones inestables y negativas para la agricultura. Pero, este cambio climático también afecta a los insectos y a los insecticidas que los controlan debido a que el incremento de las temperaturas, entre otros factores, provoca un mayor número de generaciones por temporada lo cual ha promovido que los agricultores deban incrementar la frecuencia de aplicaciones de insecticidas aumentando la presión de selección para el desarrollo de resistencia. Además de los efectos negativos de las aplicaciones reiteradas de insecticidas (resistencia, intoxicaciones, residuos peligrosos) el aumento de las temperaturas incrementa la tasa de degradación de los insecticidas por volatilidad y mayor incidencia de rayos UV lo cual hace que pierdan efectividad redundando también en un aumento de las aplicaciones de insecticidas. Por tanto, se requiera de alternativas de control que entreguen mas herramientas a los agricultores para cumplir con el desafío que se avecina.

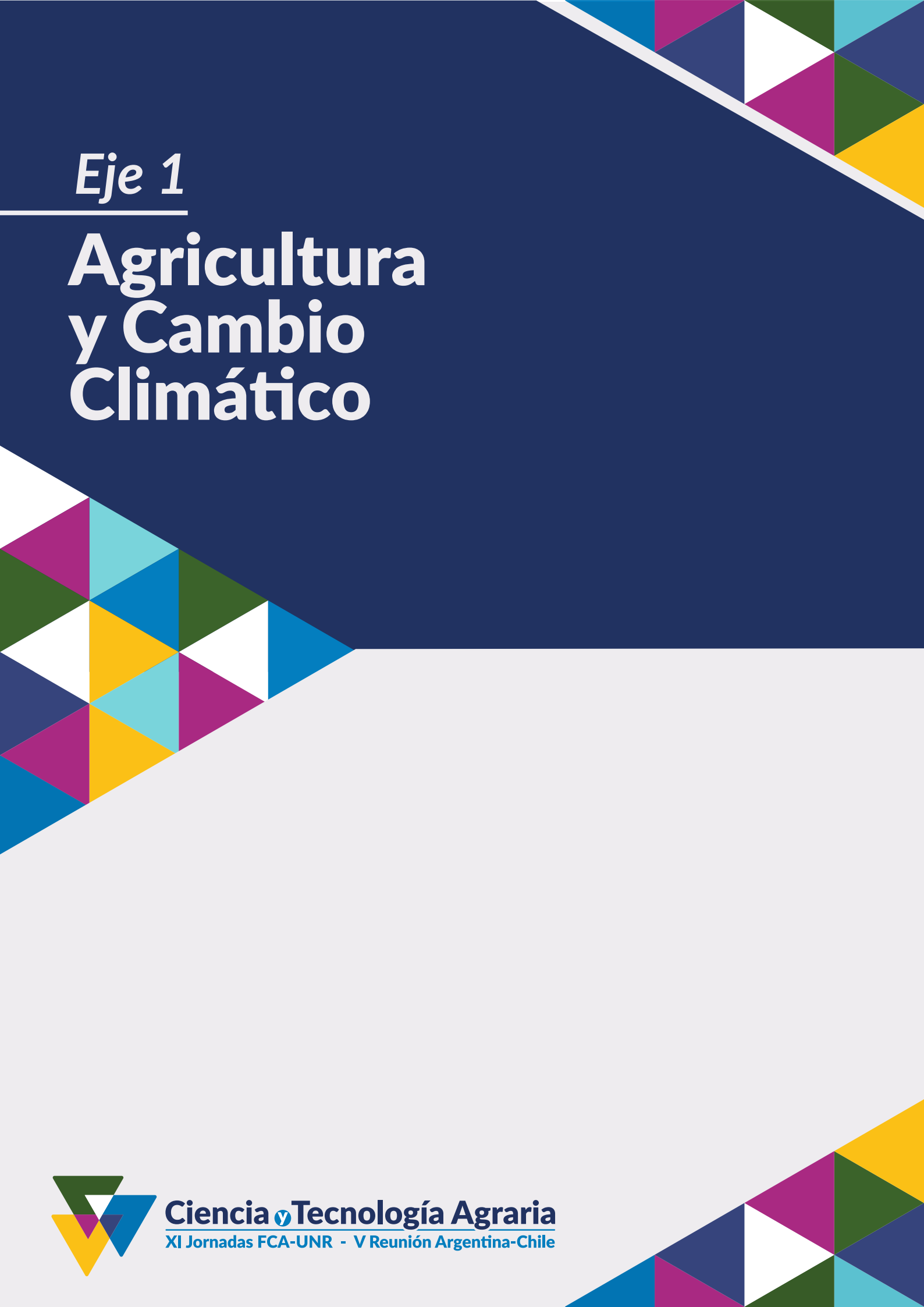
Los aceites esenciales están considerados como una de estas alternativas. Estos están conformados principalmente por compuestos aromáticos que forman parte del metabolismo secundario de las plantas y cumplen roles ecológicos como atraer insectos benéficos o repeler herbívoros. Múltiples aceites esenciales presentan efecto insecticida sobre de insectos y ácaros y aunque su modo de acción aún no está completamente dilucidado los síntomas de intoxicación corresponden a neurotoxicidad. En el Laboratorio de Entomología y Acarología Agropecuaria de la Universidad de Concepción llevamos 25 años estudiando estos compuestos para el control de plagas como *Sitophilus zeamais*, *Plodia interpunctella*, *Myzus persicae*, *Acyrtosiphon lactucae*, *Helicoverpa zea*, *Spodoptera frugiperda*, *Musca domestica*, *Drosophila suzukii* y *Tetranychus urticae* entre otros.

Los resultados muestran que en cuanto a plagas de granos almacenados el aceite esencial de especies nativas como *Peumus boldus*, y *Laureliopsis philippiana* en concentraciones de 1,0 y 2,0% (v/v) registraron un 100% de mortalidad tanto de contacto como fumigante. Además, estas mismas concentraciones más 0,5% y 0,25% (v/v) presentan efecto repelente. Igualmente, los estudios con el aceite esencial de *P. boldus* con larvas de primer instar de *H. zea* y *S. frugiperda* reportaron que concentraciones cercanas al 10% (v/p) presentan un efecto fisiológico similar a los insecticidas reguladores del crecimiento obteniéndose insectos con malformaciones y baja tasa de crecimiento y alimentación. Los bioensayos con áfidos se han focalizado en especies cultivadas con el objetivo de que los propios agricultores produjeran el cultivo y la “planta insecticida”. En el caso del pulgón de la lechuga (*Acyrtosiphon lactucae*) los aceites esenciales de *Petroselinum crispum* y *Mentha pulegium* han mostrado una toxicidad entre 45,0 y 70,0 %, respectivamente, a partir de concentraciones de 2,0 %, mientras que, *Salvia officinalis*, *Eucalyptus globulus*, *Thymus vulgaris* y *Lavandula angustifolia* mostraron efecto repelente superior al 70,0% en concentraciones de 0,5% y 1,0%. De manera paralela se realizaron estudios con *Myzus persicae* obteniéndose resultados muy similares a los descritos. Los estudios con *M. domestica* proveniente de establos y tratada intensivamente con insecticidas del grupo de los neonicotinoides mostraron susceptibilidad por contacto de este insecto a los aceites esenciales de *Citrus × limon*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Eucalyptus globulus* y *Mentha × piperita*. Estos mismos aceites también registraron efecto repelente junto con que el de *M. piperita* presentó un efecto de toxicidad por ingestión superior al 50% cuando



se mezcló con la dieta. Por último, las pruebas con ácaros se han focalizado en *Tetranychus urticae* y *Brevipalpus chilensis* obteniéndose con los aceites esenciales de *Thymus vulgaris*, *Dysphania ambrosioides* y *Mentha × piperita* reportan efecto acaricida de contacto, fumigante y repelente superior al 90%. Aunque, cuando se evaluaron en condiciones de campo se obtuvo una disminución del 50% de su toxicidad y una residualidad menor a las 24 horas.

Actualmente se encuentran en desarrollo estudios con hembras adultas de *Drosophila suzukii*, *Haematobia irritans*, *Stomoxys calcitrans* y dos especies de pseudococcidos cuyos resultados se espera pronto poder difundir como artículos o presentaciones en congresos.



Eje 1

Agricultura y Cambio Climático



Ciencia y Tecnología Agraria
XI Jornadas FCA-UNR - V Reunión Argentina-Chile

Respuestas fisiológicas, productivas y de la microbiota rizosférica del suelo al riego deficitario controlado después de cosecha en un huerto de cerezos cv. Santina.

Alvear, Tamara¹; Calderón-Orellana, Arturo¹; Gerding, Macarena¹; Bastías, Richard M.¹; Contreras, Carolina² y Antileo-Mellado, Silvia¹

¹Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán 3780000, Chile.

²Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia 5091000, Chile

Talvear2019@udec.cl

La respuesta de los cerezos (*Prunus avium* L.) al déficit hídrico está determinada por la intensidad, duración y momento de ocurrencia del estrés, así como por la capacidad de regulación fisiológica y la interacción funcional con el suelo. El potencial hídrico del tallo y la conductancia estomática han sido ampliamente utilizados para caracterizar umbrales de estrés compatibles con una fisiología funcional en especies leñosas (McCutchan y Shackel, 1992), sin embargo, la exposición recurrente a condiciones de estrés hídrico puede inducir respuestas acumulativas en el sistema suelo-planta. En particular, ciclos reiterados de secado y rehidratación del suelo pueden modificar de forma persistente la arquitectura radical y la composición de la microbiota rizosférica, alterando la respuesta futura del sistema frente a nuevos eventos de estrés, fenómeno descrito como memoria ecológica (Meisner *et al.*, 2018; Canarini *et al.*, 2021). La rizosfera desempeña un rol central en este proceso, ya que microorganismos benéficos asociados a la raíz pueden modular la absorción de agua, la señalización hormonal y la tolerancia al estrés hídrico (Vidal *et al.*, 2022).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del Riego deficitario Controlado (RDC) después de la cosecha de frutos sobre el estado hídrico, respuestas fisiológicas, productividad, eficiencia en el uso del agua y microbiota rizosférica en cerezos cv. ‘Santina’, e identificar posibles mecanismos asociados a memoria ecológica inducida por estrés hídrico acumulado. El ensayo se desarrolló durante tres temporadas consecutivas (2021–2024) en un huerto comercial de la Región de O’Higgins, Chile, bajo un diseño en bloques completamente al azar. Cada tratamiento consideró repeticiones de 12 plantas, distribuidas en tres hileras adyacentes, evaluándose la planta central de la hilera central. Se evaluaron tres tratamientos de riego: control (100% evapotranspiración de cultivo), RDC moderado (RDC-M; interrupción del riego hasta alcanzar potencial hídrico del tallo (Ψ_{tallo}) entre $-1,3$ y $-1,6$ MPa) y RDC severo (RDC-S; Ψ_{tallo} entre $-1,6$ y $-2,0$ MPa), aplicados inmediatamente después de la cosecha. Se midieron potencial hídrico del tallo, conductancia estomática, eficiencia fotoquímica del fotosistema II (F_v/F_m), estrés hídrico acumulado (integral $S\Psi$), discriminación isotópica de carbono ($\delta^{13}\text{C}$), rendimiento, calidad de fruta, arquitectura radical y poblaciones bacterianas cultivables de la rizosfera. Los datos fueron analizados mediante ANOVA, detectándose diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$).

El RDC permitió reducir el volumen de agua aplicada entre 10% y 28% respecto al manejo comercial, sin afectar significativamente el rendimiento ni los principales atributos de calidad de fruta. Ambos tratamientos deficitarios incrementaron significativamente el estrés hídrico acumulado postcosecha, generando una reducción proporcional de la conductancia estomática, sin comprometer la eficiencia fotoquímica ni el índice de área foliar. El tratamiento RDC-S presentó valores menos negativos de $\delta^{13}\text{C}$, indicando una mayor eficiencia intrínseca en el uso del agua asociada a una regulación estomática más estricta. A nivel del suelo, los tratamientos RDC promovieron un incremento significativo de raíces finas y un aumento sostenido en la abundancia de bacterias rizosféricas beneficiosas. Esta última fue estimada mediante el recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) en medios de cultivo selectivos a partir de muestras de suelo rizosférico, comparándose numéricamente entre tratamientos. Se observaron aumentos significativos en bacterias promotoras

del crecimiento vegetal (PGPR), incluyendo *Azospirillum* spp. (fijador libre de nitrógeno), *Bacillus* spp., además de otros grupos de bacterias fijadoras de nitrógeno y actinobacterias. Estas poblaciones mostraron una relación positiva con el estrés hídrico acumulado, sugiriendo un efecto de legado microbiano inducido por los ciclos de secado–rehidratación del suelo (Meisner *et al.*, 2018).

La persistencia de estas respuestas fisiológicas y microbianas a lo largo de tres temporadas consecutivas indica la activación de mecanismos de memoria ecológica, donde el estrés hídrico postcosecha no sólo modula respuestas inmediatas de la planta, sino que reconfigura la microbiota rizosférica y la arquitectura radical, fortaleciendo la resiliencia del sistema suelo–planta frente a condiciones de escasez hídrica (Canarini *et al.*, 2021). Si bien el estudio se desarrolló en una única localidad, la consistencia de las respuestas observadas a lo largo del tiempo sugiere un patrón funcional robusto del sistema evaluado. En este contexto, el RDC postcosecha emerge no sólo como una herramienta de ahorro de agua, sino como una estrategia adaptativa que integra procesos fisiológicos y ecológicos para la sostenibilidad de huertos de cerezo bajo climas mediterráneos semiáridos.

Bibliografía

MCCUTCHAN, H.; SHACKEL, K.A. (1992) Stem water potential as a sensitive indicator of water stress in prune trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117: 607–611.

MEISNER, A.; JACQUIOD, S.; SNOEK, B.L.; TEN HOOVEN, F.C.; VAN DER PUTTEN, W.H. (2018) Drought legacy effects on soil microbial community composition. *Frontiers in Microbiology*, 9: 3235.

CANARINI, A.; et al. (2021) Ecological memory of recurrent drought modifies soil processes via changes in soil microbial community. *Nature Communications*, 12: 5308.

VIDAL, C.; et al. (2022) Management of rhizosphere microbiota and plant production under drought stress. *Plants*, 11: 2437.

Efecto de la incorporación de residuos vegetales en cultivos bajo rotación sobre la actividad microbiológica en suelos

Arévalo, Sandra Isidora^{1,2}, Schoebitz Mauricio Iván Antonio^{1,2}, Hirzel, Juan Fernando³

¹Laboratorio de microbiología de suelos. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. Víctor Lamas 1290, Concepción, Chile. ²Centro de Biotecnología. Universidad de Concepción. Víctor Lamas 1290, Concepción, Chile.

³Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Quilamapu, Av. Vicente Méndez 515, Chillán, Chile.

saarevalo2021@udec.cl

El suelo es un recurso natural esencial que cumple diferentes funciones ecológicas y agrícolas, siendo un factor fundamental para la provisión de servicios ecosistémicos y alimentación de la población. En este sentido, se entiende que la salud del suelo es la capacidad del suelo para funcionar como un sistema vivo, que sostiene la productividad biológica y mantiene la calidad ambiental (Semenov *et al.*, 2025). Parte de los manejos adecuados del suelo en el área agrícola es la incorporación de residuos vegetales en sistemas agrícolas bajo rotación de cultivo, la cual ha presentado un incremento en propiedades químicas del suelo (Hirzel *et al.*, 2025). Sin embargo, aún no se ha profundizado en el efecto de esta práctica sobre la actividad microbiológica del suelo y la dinámica de actividad enzimática, especialmente en suelos de origen volcánico.

El presente trabajo se desarrolló en el marco del proyecto de manejo integrado de cultivo en la zona centro-sur, llevado a cabo en el campo experimental Santa Rosa del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), ubicado en la región del Ñuble, Chile, zona que presenta un alto potencial productivo debido a la calidad de sus suelos volcánicos y su adecuada disponibilidad hídrica.

La unidad experimental fue establecida en 2016 y consideró una rotación bianual con cultivo principal de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) y cultivos secundarios de maíz (*Zea mays* L.), trigo panificador (*Triticum aestivum* L.) y trigo candeal (*Triticum turgidum* ssp. *durum*). Esto generó tres secuencias de rotación correspondientes a poroto-trigo candeal, poroto-trigo harinero y poroto-maíz. En cada una de estas rotaciones se incorporaron residuos del cultivo anterior en cuatro niveles equivalentes al 0, 50, 100 y 200% del volumen generado. Los residuos fueron previamente triturados mediante una trituradora desplazable (Tornado 310, Maschio Gaspardo, Campodarsego, Italia) e incorporados al suelo a una profundidad de 0 a 10 cm utilizando una grada de discos compacta (Rubin 9, Lemken GmbH and Co. KG, Alpen, Alemania).

El diseño experimental fue en parcelas divididas, en donde la rotación de cultivos se consideró como factor principal y el nivel de incorporación de residuos como factor secundario. Se utilizaron cuatro bloques completos al azar. Las muestras se recolectaron en diciembre de 2025, utilizando herramientas desinfectadas y un balde metálico. Para cada unidad experimental se extrajo una muestra compuesta de la fracción de suelo correspondiente a la capa de 0 a 5 centímetros de profundidad.

El objetivo principal fue evaluar el efecto de distintos niveles de incorporación de residuos vegetales en cultivos bajo rotación sobre la actividad microbiológica en suelos volcánicos. Se estudiaron variables como ureasa, fosfatasa ácida, proteasa, β -glucosidasa y respiración basal. Los objetivos específicos incluyeron cuantificar la actividad microbiológica del suelo y analizar el efecto de los distintos niveles de incorporación de residuos vegetales sobre las variables evaluadas.

La incorporación de residuos vegetales a distintos niveles (0, 50, 100 y 200% del volumen generado) no presentó efectos estadísticamente significativos sobre la mayoría de los indicadores de actividad microbiológica evaluados, incluyendo el carbono de la biomasa microbiana (CBM; $p = 0,19$), la respiración basal ($p = 0,15$), la β -glucosidasa ($p = 0,32$), la proteasa ($p = 0,56$) y la ureasa ($p = 0,43$). Solo la fosfatasa ácida mostró diferencias significativas entre niveles de incorporación ($p = 0,03$), registrando su mayor actividad en el tratamiento con 100% de incorporación ($1,96 \mu\text{moles PNF g}^{-1} \text{h}^{-1}$) respecto al control sin incorporación ($1,57 \mu\text{moles PNF g}^{-1} \text{h}^{-1}$).

Tabla 1. Efecto del nivel de residuo sobre actividad enzimática, carbono de la biomasa microbiana y respiración basal.

Nivel de residuo (%)	Carbono de la biomasa mg C de biomasa kg ⁻¹ de suelo	Respiración basal mg C-CO ₂ h ⁻¹ kg ⁻¹ suelo	β-glucosidasa μmoles PNF g ⁻¹ h ⁻¹	Fosfatasa ácida μmoles PNF g ⁻¹ h ⁻¹	Proteasa μmoles N(NH ₄ ⁺) g ⁻¹ h ⁻¹	Ureasa μmoles N(NH ₄ ⁺) g ⁻¹ h ⁻¹
0	1488,3 a	8,2 a	0,67 a	1,57 b	0,98 a	1,91 a
50	1568,2 a	8,6 a	0,65 a	1,69 b	1,09 a	2,12 a
100	1568,2 a	8,8 a	0,72 a	1,96 a	1,05 a	2,08 a
200	1621,6 a	9,6 a	0,77 a	1,64 b	1,21 a	2,37 a
p-value	0,19	0,15	0,32	0,03	0,56	0,43

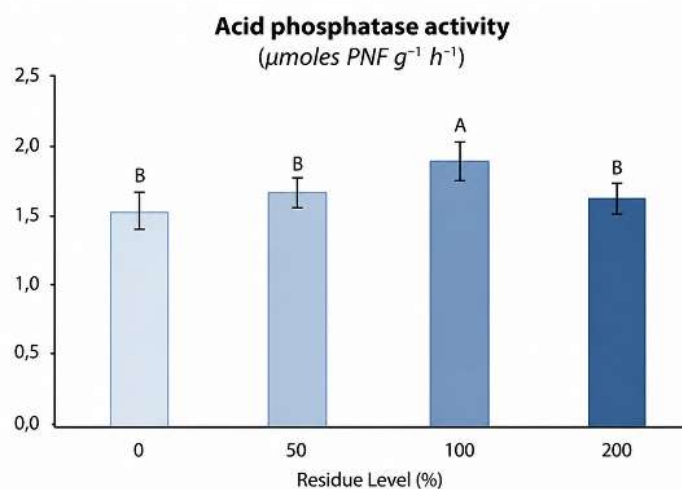


Figura 1. Actividad de fosfatasa ácida del suelo (μmoles PNF g⁻¹ h⁻¹) en función del nivel de incorporación de residuos vegetales (0, 50, 100 y 200%). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (p = 0,03). PNF: p-nitrofenol.

Estos resultados sugieren que, en suelos volcánicos, el nivel de incorporación de residuos no es suficiente por sí solo para modificar la actividad microbiológica en el corto plazo, coincidiendo con lo señalado por Malobane et al. (2020), quienes evaluando niveles de retención de residuos (0, 15 y 30%) en un sistema de cultivo en rotación, observaron que la afectó significativamente sobre la fosfatasa ácida, mientras que su efecto sobre la biomasa microbiana dependió de la interacción con otros factores de manejo.

Bibliografía

Hirzel, J., Matus, I., Schoebitz, M., & Undurraga, P. (2025). Chemical properties of volcanic soil influenced by eight years of crop rotations with different levels of residue incorporation. *Plants*, 14(5), 764. <https://doi.org/10.3390/plants14050764>

Malobane, M. E., Nciizah, A. D., Nyambo, P., Mudau, F. N., & Wakindiki, I. I. C. (2020). Microbial biomass carbon and enzyme activities as influenced by tillage, crop rotation and residue management in a sweet sorghum cropping system in marginal soils of South Africa. *Heliyon*, 6(11), e05513. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05513>

Semenov, M. V., Zhelezova, A. D., Ksenofontova, N. A., Ivanova, E. A. & Nikitin, D. A., (2025). Microbiological indicators for assessing the effects of agricultural practices on soil health: A review. *Agronomy*, 15(2), 335. <https://doi.org/10.3390/agronomy15020335>

Evaluación de la huella de carbono del cultivo de soja de primera en el sur de la provincia de Santa Fe (Argentina) mediante análisis de ciclo de vida

Breso, Ana ^{1,2}; Porstmann, Juan ¹; Vigna, Cecilia ¹; Piaestrellini, Roxana ³; Jozami, Emiliano ^{1,2,4}

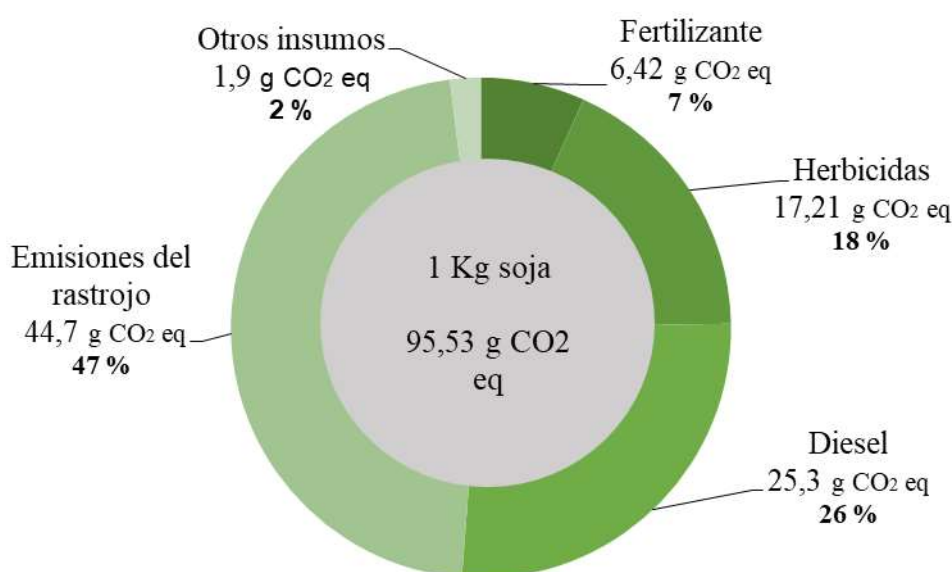
¹ Facultad de Cs Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. ² Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario. ³ Universidad Tecnológica Nacional, CONICET, FRM, Grupo CLIOPE, Ciudad de Mendoza, Mendoza, Argentina. ⁴ Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario

breso@iicar-conicet.gob.ar

La producción de soja (*Glycine max* (L.) MERR.) constituye uno de los pilares del sistema agroindustrial argentino, particularmente en la región pampeana, donde se concentra la mayor superficie cultivada y los mayores niveles de productividad. Sin embargo, a este sistema productivo se encuentran asociadas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente dióxido de carbono (CO₂), derivadas tanto del uso de insumos como de las operaciones agrícolas. En este contexto, la cuantificación de dichas emisiones resulta clave para avanzar hacia sistemas más sostenibles y aportar información en el marco de estrategias de mitigación del cambio climático. El análisis de ciclo de vida (ACV) se ha consolidado como una herramienta robusta para evaluar los impactos ambientales de sistemas productivos, permitiendo cuantificar emisiones a lo largo de toda la cadena, desde la extracción de materias primas hasta el producto final (ISO 14040, 2006; ISO 14044, 2006). En el caso de sistemas agrícolas, este enfoque ha sido ampliamente utilizado para estimar la huella de carbono de cultivos extensivos, identificando los principales puntos críticos asociados al uso de fertilizantes, combustibles y transporte (Nemecek et al., 2016). Si bien existen diversos estudios que han evaluado la huella de carbono de la producción de soja en Argentina, (Hilbert et al., 2025), muchos de ellos se basan en datos promedio a escala regional o nacional. En este contexto, resulta relevante generar evaluaciones a partir de datos primarios relevados a campo, que permitan representar con mayor precisión las prácticas productivas locales y capturar la variabilidad propia de los sistemas agrícolas. En este sentido, el presente trabajo aporta una estimación específica para el sur de Santa Fe, basada en información relevada directamente de productores de la región. El objetivo de este trabajo fue cuantificar las emisiones de GEI, expresadas como g de CO₂ equivalente, asociadas a la producción de 1 kg de soja de primera en el sur de la provincia. Para ello, se aplicó la metodología de ACV, definiendo como unidad funcional 1 kg de soja producida. El alcance del estudio fue “de la cuna a la tranquera”, considerando la producción y el transporte de los insumos utilizados, así como las operaciones agrícolas involucradas en el ciclo del cultivo hasta obtener un kg de soja en el establecimiento. La construcción del inventario se basó en la tecnología de insumos y procesos más utilizada (siembra directa, variedades soja resistentes a glifosato, grupos de maduración IV y V y fitosanitarios varios), a partir de los relevamientos anuales realizados en el marco de los trabajos de campo de la cátedra de Administración Rural de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, lo que permitió representar las prácticas agrícolas predominantes. El planteo tecnológico modal se realizó en base al análisis de 140 relevamientos de establecimientos agropecuarios (campañas 2023-24 y 2024-25) de la región núcleo pampeana de la cual forma parte el Sur de Santa Fe. Asimismo, se incorporaron datos secundarios provenientes de bases reconocidas para completar procesos asociados a la producción de insumos. Las emisiones de N₂O derivadas del nitrógeno contenido en los residuos de cultivo se estimaron utilizando el factor de emisión por defecto propuesto por las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), asumiendo que el 1 % del nitrógeno presente en el rastrojo se convierte en N₂O-N. Los resultados obtenidos permiten identificar que la huella de carbono asociada a la producción de soja de primera en el sur de la provincia de Santa Fe está fuertemente condicionada por el manejo de los residuos de cultivo, siendo las emisiones provenientes del rastrojo el principal contribuyente al total de GEI (Figura 1). En términos relativos, el rastrojo aporta aproximadamente el 47 % de las emisiones totales, seguido por el consumo de combustibles en las

labores agrícolas (26 %) y el uso de insumos, principalmente herbicidas (27 %). Este patrón evidencia la importancia de considerar los flujos de carbono y nitrógeno asociados a los residuos vegetales dentro del sistema, así como la necesidad de profundizar en estrategias de manejo que permitan reducir dichas emisiones sin comprometer la sustentabilidad del sistema productivo. Asimismo, la contribución de los insumos y del uso de maquinaria resalta oportunidades de mejora vinculadas a la eficiencia en el uso de recursos. Las diferencias con valores reportados en la literatura (188,27 kg CO₂ eq t⁻¹ para Santa Fe) podrían deberse a que otros estudios incluyen etapas como el transporte y la distribución (Hilbert et al., 2025), mientras que en este trabajo sólo se considera hasta la tranquera. En conjunto, estos resultados destacan la relevancia de abordar de manera integral los distintos componentes del sistema para avanzar hacia esquemas productivos de menor impacto ambiental.

Figura 1: Huella de carbono asociada a la producción de soja en el sur de la provincia de Santa Fe expresados en g CO₂ eq emitidos por kg de soja.



Bibliografía

Hilbert, J. A., Camardelli, A., & Ponienman, K. (2025). Greenhouse gas emissions from Argentinian soybean products. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 19(6), 2105–2114.

ISO 14040. (2006). ISO 14040: Environmental Management — Life Cycle Assessment — Principles and Framework.

ISO 14044. (2006). ISO 14044: Environmental Management — Life Cycle Assessment — Requirements and Guidelines.

Nemecek, T., Jungbluth, N., i Canals, L. M., & Schenck, R. (2016). Environmental impacts of food consumption and nutrition: where are we and what is next? *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(5), 607–620.

<https://doi.org/10.1007/s11367-016-1071-3>

Análisis transcriptómico de la respuesta de resistencia a la roya asiática de la soja bajo diferentes temperaturas

Cambursano, Mariana Virginia; Maldonado, Rodrigo Agustín; Quijano, Álvaro; Cairo, Carlos Alberto

Laboratorio de Eco-Fisiología Vegetal (LEFIVE) IICAR-CONICET. Facultad de Ciencias Agrarias, UNR.

marianacambursano@gmail.com

El aumento de la temperatura media asociado al cambio climático tiene implicancias significativas para los cultivos y probablemente esté relacionado, al menos en parte, con una mayor severidad de las enfermedades (Priyanka *et al.*, 2020). La Roya Asiática de la Soja (RAS), causada por el hongo *Phakopsora pachyrhizi* (Pp), constituye una de las enfermedades más importantes y potencialmente destructivas del cultivo de soja en Argentina, pudiendo ocasionar importantes pérdidas económicas bajo condiciones ambientales favorables para su desarrollo (Formento *et al.*, 2024). Si bien se han identificado genes de resistencia a la RAS (genes *Rpp*), el efecto de la temperatura (T) sobre estas respuestas permanece poco comprendido, particularmente en relación con la modulación de la expresión génica asociada a la defensa. Estudios transcriptómicos han mostrado que la interacción soja-Pp presenta una respuesta bifásica, caracterizada por una primera activación de genes de defensa dentro de las 12 h posteriores a la infección, seguida de un período transitorio con escasa respuesta entre 24 y 48 h. Posteriormente, entre 72 y 96 h, ocurre una segunda fase de activación cuya magnitud y momento dependen del genotipo: en genotipos resistentes la respuesta se induce más tempranamente y con mayor intensidad, mientras que en los susceptibles se retrasa (Schneider *et al.*, 2011). Sin embargo, aún se desconoce en qué medida la T modifica esta dinámica de expresión génica asociada a la resistencia.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de dos temperaturas contrastantes sobre la respuesta de resistencia a la roya asiática de la soja en un genotipo resistente, mediante el análisis transcriptómico de genes de defensa previamente caracterizados.

En el presente estudio se utilizaron como material vegetal el cultivar susceptible (S) Williams 82 y el genotipo resistente (R) PI594754. Se cultivaron dos plantas por maceta por genotipo (10 macetas por genotipo) en dos cámaras de crecimiento que diferían en la temperatura media (T1: 21,6 °C y T2: 26,6 °C). Las plantas fueron inoculadas en el segundo y tercer trifolio completamente expandido mediante aspersión con una suspensión de $1,42 \times 10^6$ esporas/mL del aislamiento PB08 de Pp (origen Paraná, Brasil, 2008). La caracterización fenotípica se llevó a cabo a los 12 y 14 días posinoculación, y los valores obtenidos fueron analizados mediante ANOVA para determinar diferencias significativas (resultados no presentados en este resumen). En paralelo, se extrajo ARN total con el reactivo TRIzol (Invitrogen) a partir de hojas no inoculadas (MOCK, 0 h) y de hojas inoculadas de los genotipos R y S recolectadas a las 12 y 96 h posinoculación (hpi), bajo las dos temperaturas de incubación contrastantes. A partir de todas las muestras se sintetizó el correspondiente ADN complementario (ADNc). La integridad del ARN y la amplificación específica de los productos de ADNc se verificaron mediante electroforesis en geles de agarosa teñidos con bromuro de etidio (BrEt). Hasta el momento, se realizaron análisis de PCR cuantitativa en tiempo real con transcripción reversa (RT-qPCR) únicamente en el genotipo R para los genes *ICS1* (*Isochorismato sintasa 1*) y *PR5* (*Proteína relacionada con la patogénesis 5*). *ICS1* participa en la principal vía biosintética del ácido salicílico (SA), promoviendo su acumulación durante la respuesta defensiva. *PR5* actúa aguas abajo como gen marcador inducido por SA y se asocia con funciones antifúngicas (Spoel y Dong, 2024). Los resultados se muestran como niveles de expresión relativa determinados mediante RT-qPCR y calculados por el método $2^{-\Delta\Delta Ct}$, expresándose como cambio de expresión relativa respecto a las muestras MOCK 0 h.

Los análisis de RT-qPCR mostraron que ambos genes, *ICS1* y *PR5*, fueron inducidos en todas las condiciones evaluadas, aunque con diferencias en magnitud según la T y el tiempo posinoculación. En el caso de *ICS1* (Fig. 1A), la mayor expresión se registró a las 12 hpi bajo T2, alcanzando aproximadamente cinco veces el nivel del control, mientras que en T1 la inducción temprana fue cercana a dos veces. A las 96 hpi, la expresión disminuyó en ambas temperaturas, registrando incrementos de aproximadamente 1,6 veces en T1 y 1,4 veces en T2. Para *PR5* (Fig. 1B) se observó un patrón similar, la máxima inducción ocurrió a las 12 hpi en T2, con un aumento cercano a 2,8 veces respecto del control, mientras que en T1 fue de aproximadamente 1,4 veces. Posteriormente, a las 96 hpi, la expresión descendió, aunque permaneció elevada, con valores de 2,2 veces en T1 y 1,8 veces en T2. En conjunto, estos resultados indican que T2 promueve una activación temprana más intensa de genes asociados a la vía defensiva mediada por ácido salicílico en el genotipo resistente. Sin embargo, los datos fenotípicos evidencian que en T2 los caracteres de resistencia disminuyeron (no mostrados), por lo tanto, la mayor temperatura podría estar comprometiendo otros componentes de la resistencia que aún no han sido evaluados.

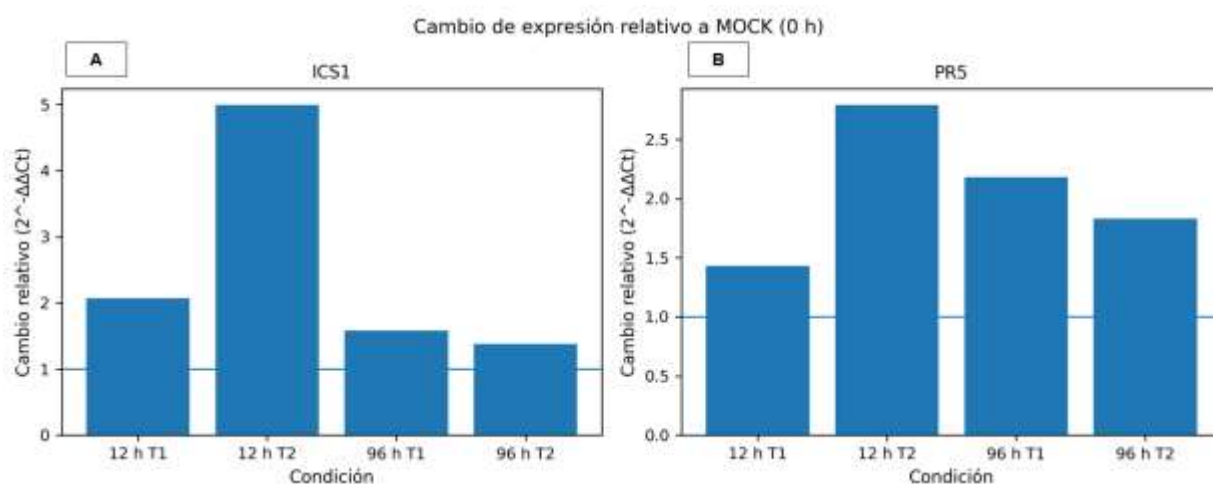


Figura 1. Expresión relativa de (A) *ICS1* y (B) *PR5* en el genotipo resistente inoculado con *Phakopsora pachyrhizi* bajo dos temperaturas contrastantes T1 y T2, a las 12 y 96 hpi. Los datos se expresan como cambio relativo respecto a MOCK 0 h ($2^{-\Delta\Delta Ct}$).

Bibliografía

- Formento, A.N.; Vicentin, I.G.; De Lucia, A. y Heck, M. (2024) Nuevas líneas de soja con resistencia a roya asiática y búsqueda de nuevas fuentes de resistencia. Ciclo agrícola 2023/24. Serie Extensión INTA Paraná, 92: 55–58.
- Priyanka; A.K.M; Varma, S.; Kumar, V. y Sharma, R.S. (2020) Impact of climate change on plant diseases and management strategies: A review. International Journal of Chemical Studies, 8(2): 2968-2973.
- Schneider, K.T.; Van De Mortel, M.; Bancroft, T.J.; Braun, E.; Nettleton, D.; Nelson, R.T.; Frederick, R.D.; Baum, T.J.; Graham, M.A. y Whitham, S.A. (2011) Biphasic gene expression changes elicited by *Phakopsora pachyrhizi* in soybean correlate with fungal penetration and haustoria formation. Plant Physiology 157(1): 355-371.
- Spoel, S.H. y Dong, X. (2024) Salicylic acid in plant immunity and beyond. The Plant Cell 36(5): 1451-1464.

Respuesta relativa de *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) a amitraz y uso de hidrolato de *Thymus vulgaris* para su control

Bastián Alonso Campos-Monsalve¹; Gonzalo Silva-Aguayo¹; J. Concepción Rodríguez-Maciel³; Teresa Santillán-Galicia³; Marcela Rodríguez²; María Dolores López-Belchí¹.

¹Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Chillán, Chile. ²Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. ³Programa de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

bcampos2019@udec.cl

Las abejas melíferas (*Apis mellifera*) contribuyen significativamente a la polinización y a la biodiversidad mundial (Potts et al., 2010). Actualmente, enfrentan graves amenazas debido al ácaro ectoparásito *Varroa destructor*, agente causal de la Varroosis que reduce la vitalidad de la colmena y actúa como vector viral (Guichard et al., 2020). En Chile, el control químico se ha basado históricamente en acaricidas sintéticos como el Amitraz. Sin embargo, su uso repetitivo ha seleccionado poblaciones resistentes, comprometiendo la eficacia de los tratamientos e incrementando el riesgo de residuos en la miel. Este estudio determinó la respuesta relativa al Amitraz en poblaciones de *V. destructor* de las regiones de Ñuble y Biobío, y evaluó el potencial acaricida y repelente del hidrolato de *Thymus vulgaris* como alternativa sustentable para el Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Se colectaron marcos con cría desde apiarios con fallas de control biológico. En el Laboratorio de Entomología y Acarología de la Universidad de Concepción, se extrajeron hembras adultas para bioensayos en Torre de Potter, utilizando un diseño experimental completamente al azar de 5 repeticiones de 15 ácaros ($n = 75$ individuos por dosis), aproximadamente 500 ácaros por apiario. Las mortalidades se corrigieron con la fórmula de Abbott. La respuesta toxicológica y las Dosis Letales (DL50 y DL90) se estimaron mediante modelos dosis-respuesta no lineales log-normales de dos parámetros (LN.2) en R (Milani et al., 2001). Los Índices de Resistencia (IR) se calcularon por relación de dosis efectivas (EDcomp). Las variaciones de mortalidad global entre apiarios se evaluaron mediante ANOVA y test de Tukey ($\alpha = 0,05$). En paralelo, se obtuvo hidrolato por hidrodestilación con un destilador tipo Clevenger durante 2 h con hojas de *T. vulgaris* cultivado en la Estación Experimental “El Nogal” (UdeC, Chillán). Su eficacia frente al Timol comercial se comparó mediante ANOVA. Su efecto repelente ($n = 50$ individuos) se evaluó mediante una arena de elección libre (Damiani et al., 2011) y se validó con una prueba de Chi-cuadrado (X^2) de bondad de ajuste.

Los resultados a las 24 h post-aplicación de Amitraz revelaron marcados desplazamientos en los perfiles de susceptibilidad. El apiario de Nonguén caracterizado por manejo agroecológico se consolidó como línea base susceptible (DL50 = 0,037 uL/mL; DL90 = 0,097 uL/mL). En contraste, las poblaciones con fallas de control evidenciaron desarrollo de resistencia: Talcahuano registró una DL50 de 0,192 uL/mL (IR = 5,16; $p = 0,073$), requiriendo una dosis crítica de 4,286 uL/mL a nivel de DL90 (IR = 43,84; $p = 0,0016$). Trehuaco presentó la mayor pérdida de sensibilidad, con una DL50 de 0,854 uL/mL (IR = 22,95; $p < 0,001$) y una DL90 de 6,159 uL/mL (IR = 62,99; $p < 0,001$).

Por su parte, el ANOVA global de mortalidad no mostró diferencias estadísticas significativas entre apiarios ($F = 0,802$; $p = 0,467$), ubicándolos en el mismo grupo homogéneo ("a") de Tukey. Como demuestra la curva dosis-respuesta (Figura 1), esta paridad promedio es un artefacto geométrico del ensayo, ya que las repeticiones convergen obligatoriamente en los extremos fijos de dosis mínimas (0% mortalidad) y saturación (100% mortalidad). La verdadera segregación biológica ocurre en las fases intermedias y superiores de las pendientes, donde los IR poseen alta significancia estadística.

Respecto a las alternativas botánicas, el ANOVA confirmó que no existen diferencias significativas entre el Timol comercial y el hidrolato ($F = 0,906$; $p = 0,364$), compartiendo la letra "a" de Tukey. No obstante, difirieron en su cinética: el Timol actuó como tóxico de acción inmediata (DL50 = 5,69% v/v a las 24 h), mientras que el hidrolato exhibió una acción progresiva dependiente del tiempo,

requiriendo 60 h para expresar su potencial biocida ($DL_{50} = 19,81\%$ v/v), alcanzando un control del 100% en su dosis máxima. El bioensayo de repelencia demostró un efecto definitivo no atribuible al azar ($X^2 = 3,92$; $gl = 1$; $p = 0,0477$), donde el 64% ($n = 32$) de las varroas eligió el sector no tratado. Se confirma el desarrollo de resistencia al Amitraz, situando a Nonguén como línea base y a Trehuaco como el foco crítico ($IR = 62,99$ en DL_{90}). Ante esto, el hidrolato de *T. vulgaris* surge como una alternativa técnica y económicamente viable frente al Timol comercial; aunque requiere ventanas de exposición prolongadas (60 h), iguala su eficacia biocida global (Grupo "a") y aporta repelencia comprobada ($p < 0,05$). Su inclusión en el MIP mitiga la presión de selección de los sintéticos gracias a su matriz fitoquímica compleja, promoviendo el manejo sustentable de la Varroosis.

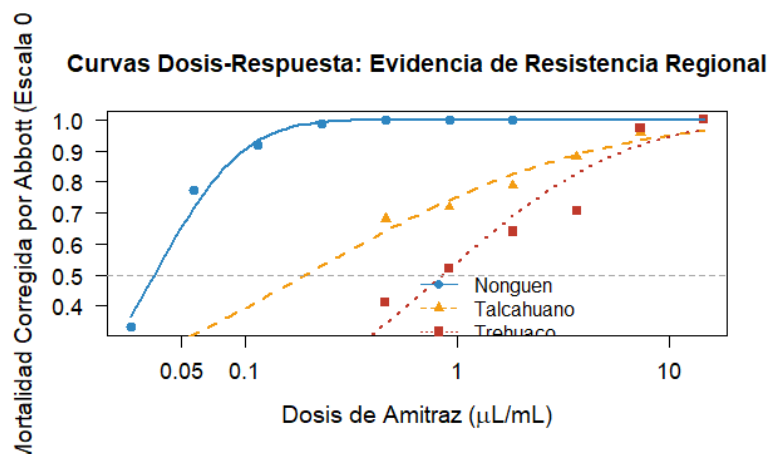


Figura 1. Curvas Dosis-Respuesta.

Bibliografía

- Damiani, N., Gende, L. B., Maggi, M. D., Palacios, S., Marcangeli, J. A., & Eguaras, M. J. (2011). Repellent and acaricidal effects of botanical extracts on *Varroa destructor*. *Parasitology Research*, 108(1), 79–86.
<https://doi.org/10.1007/s00436-010-2043-3>
- Guichard, M., Dietemann, V., Neuditschko, M., *et al.* (2020). Advances and perspectives in selecting resistance traits against the parasitic mite *Varroa destructor* in honey bees. *Genetics Selection Evolution*, 52, 71.
<https://doi.org/10.1186/s12711-020-00591-1>
- Milani, N. (2001). Activity of oxalic and citric acids on the mite *Varroa destructor* in laboratory assays. *Apidologie*, 32, 127–138. <https://doi.org/10.1051/apido:2001118>
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345–353.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>

Influencia de la actividad microbiana del suelo en variables agronómicas y fisiológicas de trigo primaveral bajo diferentes niveles de déficit hídrico

Hidalgo, Nathalie Andrea¹; Elazab, Abdelhalim Khaled²; Zapata, Nelson Rolando²; Schoebitz, Mauricio Iván¹

¹Laboratorio de Microbiología de Suelos. Departamento de Suelos y Recursos Naturales, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Concepción. ²Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán.

nathaliehidalgo@udec.cl

El déficit hídrico constituye una de las principales limitantes para la producción de trigo (*Triticum aestivum* L.) bajo escenarios de cambio climático, al afectar tanto el crecimiento vegetal como la actividad biológica del suelo (Farooq et al., 2014). En este contexto, el microbioma del suelo ha sido identificado como un regulador clave de la tolerancia al estrés y del consumo de agua por las plantas (Xiang et al., 2025). El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad microbiana del suelo y su relación con variables agronómicas y fisiológicas en dos genotipos de trigo primaveral bajo diferentes niveles de déficit hídrico. El experimento se realizó bajo condiciones semicontroladas en un invernadero de policarbonato, con una temperatura promedio de 15 °C, humedad relativa promedio de 60% y radiación solar visible promedio de 660 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ durante el ciclo de cultivo. se utilizó tubos de 60 cm de altura y 11 cm de diámetro, llenos con suelo Andisol de la serie Arrayán, procedente de San Ignacio, Ñuble, Chile. Suelo con antecedentes de cultivo de avena (*Avena sativa* L.), con un pH de 5,97 y un alto contenido de materia orgánica equivalente al 11,17 %. El experimento se condujo bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones (bloques), en arreglo factorial 3×2 . Los factores evaluados fueron tres niveles de humedad del suelo, expresados como porcentaje de la capacidad de retención de agua del suelo en el tubo de cultivo (equivalente a la capacidad de campo, CC): control (100 % CC; CON), estrés moderado (60 % CC; ESM) y estrés severo (30 % CC; ESS), y dos genotipos (Ankén y Pantera). En estado de antesis se determinaron variables microbiológicas del suelo adherido a la raíz y suelo adyacente, incluyendo respiración basal del suelo (SR), actividad ureasa (Ureasa) y actividad deshidrogenasa (DHA). Paralelamente, se midieron variables agronómicas y fisiológicas, tales como biomasa seca aérea, altura de planta, contenido relativo de clorofila (SPAD), contenido relativo de agua foliar (RWC), consumo total de agua (C. Agua) y parámetros de intercambio gaseoso: tasa fotosintética (A), conductancia estomática (gs) y transpiración (Trans) El déficit hídrico redujo significativamente ($p < 0,001$) la biomasa aérea y la altura de planta en ambos genotipos, particularmente bajo ESS, sin diferencias genotípicas relevantes (Figura 1). A nivel edáfico, la SR y la DHA disminuyeron progresivamente con el aumento del estrés hídrico, reflejando una reducción de la actividad metabólica global del microbioma del suelo.

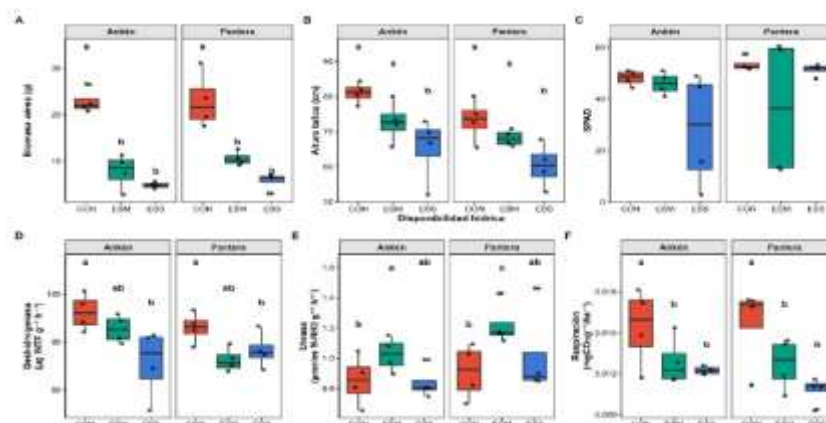


Figura 1. Efecto de la disponibilidad hídrica (CON, ESM, ESS) sobre variables agronómicas y microbiológicas del suelo en dos genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L). Los datos fueron analizados mediante ANOVA de dos vías y prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

En contraste, la Ureasa aumentó bajo ESM, sugiriendo una respuesta compensatoria del ciclo del nitrógeno frente al estrés moderado (Figura 1). Bajo ESS, disminuyeron significativamente la biomasa aérea y el C. Agua; sin embargo, el RWC y los parámetros de intercambio gaseoso (A, gs y Trans) no presentaron diferencias respecto al riego óptimo, lo que sugiere una estrategia de evitación del estrés basada en la reducción del área transpirante total (con conservación del estado hídrico celular y del funcionamiento estomático de las hojas remanentes) en lugar de una respuesta de tolerancia o de cierre estomático a nivel foliar (Cabrera Bosquet et al., 2009). El análisis de regresión (Figura 2) mostró una fuerte relación positiva entre biomasa aérea, C. Agua y DHA bajo estrés ($r > 0,82$). No obstante, bajo ESS se observó un desacople entre las variables fisiológicas (A y gs) y la actividad biológica del suelo (SR y DHA), sugiriendo una pérdida de conectividad funcional planta-suelo, posiblemente asociada a una menor difusión de carbono y nutrientes hacia la microbiota del suelo (Schimel, 2018). En conjunto, estos resultados destacan el potencial de los indicadores microbiológicos para evaluar el impacto del estrés hídrico sobre la salud del suelo.

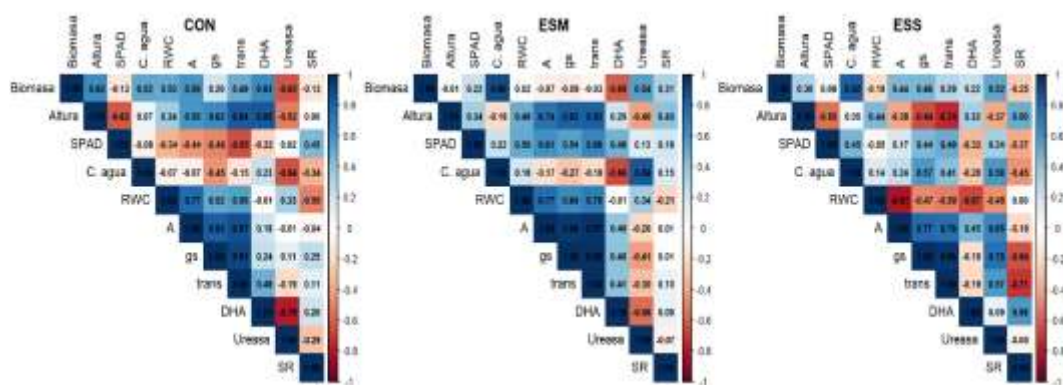


Figura 2. Matrices de regresión de Pearson entre variables agronómicas, fisiológicas y microbiológicas bajo tres niveles de disponibilidad hídrica (CON, ESM, ESS). El color y tamaño del círculo indican la magnitud y dirección del coeficiente de correlación (r).

Bibliografía

CABRERA BOSQUET, L., MOLERO, G., BORT, J., NOGUÉS, S. & ARAUS, J. L. (2009). The combined effect of constant water deficit and nitrogen supply on WUE, NUE and $\Delta^{13}\text{C}$ in durum wheat potted plants. *Journal of Experimental Botany*, vol. 60, pp. 1633–1644.

FAROOQ, M., HUSSAIN, M. y SIDDIQUE, K. H. M. (2014). Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. *Critical Reviews in Plant Sciences*, vol. 33, no. 4, pp. 331–349.

SCHIMEL, J. P. (2018). Life in Dry Soils: Interactions between Microorganisms and Their Environment. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, vol. 49, no. 1, pp. 409–432.

XIANG, Q., YANG, K., CUI, L. et al. (2025). Global exploration of drought-tolerant bacteria in the wheat rhizosphere reveals microbiota shifts and functional taxa enhancing plant resilience. *Nature Food*, vol. 6, pp. 1054–1067.

Respuestas fisiológicas y productivas de variedades de trigo primaveral (*Triticum aestivum* L.) bajo diferentes condiciones hídricas

Silva-Cabrera, Yerko¹; Elazab, Abdelhalim¹; Garriga, Miguel¹; Zapata, Nelson¹; Sepúlveda-Moncada, Josefa¹.

¹Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán 3780000, Chile.

Ysilva2019@udec.cl

El trigo primaveral (*Triticum aestivum* L.) es un cultivo estratégico para la agricultura chilena, particularmente en la zona centro-sur, donde contribuye significativamente a la seguridad alimentaria y al abastecimiento interno de cereales; no obstante, la sequía y el déficit hídrico constituyen limitantes abióticos críticos que reducen el crecimiento y el rendimiento en condiciones de secano (Bendjama & Ramdani, 2022). Aunque la región no presenta déficit hídrico recurrente en etapas tempranas, investigar la respuesta al estrés durante la fase vegetativa no es redundante, puesto que revela mecanismos de tolerancia latentes, permite proyectar el comportamiento fenotípico ante escenarios de cambio climático con mayor variabilidad hídrica, y aporta criterios de selección genotípica (Dodig et al., 2015). En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del déficit hídrico sobre los componentes de biomasa aérea y rasgos fisiológicos de tres genotipos modernos de trigo contrastantes en rendimiento de grano (CIKO, PANTERA y ANKÉN) desde etapas tempranas del desarrollo hasta antesis. El experimento se realizó en un invernadero y se sembraron los genotipos en tubos de 60 cm de altura y 11 cm de diámetro, llenos con suelo natural. El experimento se condujo bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones (bloques), en arreglo factorial 3 (disponibilidades hídricas) × 3 (genotipos). Los factores evaluados fueron tres niveles de humedad del suelo, expresados como porcentaje de la capacidad de retención de agua del suelo en el tubo de cultivo (equivalente a la capacidad de campo, CC): control (100 % CC; CON), estrés moderado (60 % CC; ESM) y estrés severo (30 % CC; ESS), y tres genotipos. El día previo a la cosecha (finales de antesis), se evaluaron variables fisiológicas y de intercambio gaseoso en las hojas banderas: Contenido relativo del agua (RWC, %), Temperatura de hoja (TL, °C), Transpiración (E, mmol H₂O/m²·s), Conductancia estomática (gs, mmol H₂O/m²·s), Asimilación neta de carbono (A, mmol CO₂/m²·s), Ratio del carbono interno a carbono atmosférico (Ci/Ca), y Eficiencia intrínseca en el uso del agua (IWUE = A/gs, μmol CO₂/mmol H₂O), y en el día de cosecha se evaluaron variables de crecimiento y biomasa: índice de clorofila (ICL, unidades de SPAD), Altura planta (AP, cm), Número de tallos (NT), Biomasa aérea seca (BS, g), y Peso específico de hoja bandera (PE, g/m²). El estrés hídrico aplicado hasta antesis redujo significativamente el crecimiento del trigo, evidenciado principalmente por menores valores de BS y AP, lo que indica limitaciones en la expansión celular, acumulación de materia seca y desarrollo vegetativo, en concordancia con Verbeke et al. (2022). A nivel fisiológico, la disminución de E, gs y A, junto con el aumento de TL, sugiere una restricción del intercambio gaseoso dominada por control estomático, resultado consistente con lo reportado por Ma et al. (2014). Asimismo, bajo ESS, la reducción de BS estuvo asociada a RWC y PE, destacando la importancia del mantenimiento del estado hídrico y la funcionalidad foliar para sostener el crecimiento, como también indicaron Verbeke et al. (2022). El déficit hídrico hasta antesis desencadena una cascada fisiológica letal: el cierre estomático colapsa el intercambio gaseoso, eleva la temperatura foliar y estrangula la asimilación de carbono, lo que se traduce en una drástica reducción de biomasa aérea y crecimiento vegetativo. En este escenario, la supervivencia del genotipo no depende de evitar el estrés, sino de preservar su estado hídrico foliar y la integridad estructural de la hoja (reflejados en el RWC y el peso específico de la bandera) como únicos bastiones para sostener la productividad. Por tanto, la evaluación temprana de estos rasgos fisiológicos emerge como un criterio de selección genotípica predictivo y potente ante escenarios de mayor aridez en la zona centro-sur de Chile.

Tabla 1. Análisis de varianza para variables agronómicas y de crecimiento.

	AP	NT	BS	PE	ICL
CON	81,8 ± 0,4 a	3,9 ± 0,2 a	15,1 ± 0,7 a	62,3 ± 3,3 a	55,5 ± 1,2 a
ESM	71,9 ± 0,4 b	3,8 ± 0,2 a	11,2 ± 0,7 b	61,5 ± 3,3 a	54,8 ± 1,2 a
ESS	68,5 ± 0,4 b	3,7 ± 0,2 a	8,3 ± 0,7 c	56,6 ± 3,31 a	53,4 ± 1,2 a
R	0,686	0,947	0,901	0,947	0,068
G	0,645	0,166	0,572	0,166	0,047*
DH	0,001**	0,732	0,000 ***	0,732	0,472
G*DH	0,726	0,946	0,281	0,946	0,093

R, replicas; G, genotipos; DH, disponibilidad hídrica; y G*DH, interacción genotipo por disponibilidad hídrica. Los valores presentados corresponden a valores p. *, $p \leq 0,05$; **, $p \leq 0,01$; ***, $p \leq 0,001$.

Tabla 2. Análisis de varianza para variables de estado hídrico e intercambio gaseoso.

	RWC	TL	E	gs	A	Ci/Ca	IWUE
CON	23,9 ± 2,8 a	18,7 ± 0,2 a	3,2 ± 1,2 a	30,2 ± 1,6 a	22,8 ± 0,8 a	30,5 ± 1,7 a	8,4 ± 2,5 a
ESM	12 ± 2,8 b	19,3 ± 0,2 b	1,9 ± 1,2 b	16,7 ± 1,6 b	15,8 ± 0,8 b	15,1 ± 1,7 b	23,5 ± 2,5 b
ESS	19,6 ± 2,8 ab	19,5 ± 0,2 b	1,3 ± 1,2 c	8,6 ± 1,6 c	11,2 ± 0,8 c	9,9 ± 1,7 c	23,6 ± 2,5 b
R	0,740	0,317	0,806	0,596	0,895	0,787	0,831
G	0,496	0,390	0,140	0,161	0,030*	0,264	0,712
DH	0,020*	0,024*	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
G*DH	0,317	0,294	0,682	0,566	0,772	0,238	0,739

R, replicas; G, genotipos; DH, disponibilidad hídrica; y G*DH, interacción genotipo por disponibilidad hídrica. Los valores presentados corresponden a valores p. *, $p \leq 0,05$; **, $p \leq 0,01$; ***, $p \leq 0,001$.

Bibliografía

- BENDJAMA, A. y RAMDANI, S. (2022). Genetic variability of some agronomic traits in a collection of wheat (*Triticum turgidum* L. ssp. *pl.*) genotypes under South Mediterranean growth conditions. *Italian Journal of Agronomy*, vol. 17, no. 1, article 1976.
- DODIG, D., ZORIĆ, M., JOVIĆ, M., KANDIĆ, V., STANISAVLJEVIĆ, R. y ŠURLAN-MOMIROVIĆ, G. (2015). Wheat seedlings growth response to water deficiency and how it correlates with adult plant tolerance to drought. *The Journal of Agricultural Science*, vol. 153, 466-480.
- MA, C., WANG, Z. Q., ZHANG, L. T., SUN, M. M. y LIN, T. B. (2014). Photosynthetic responses of wheat (*Triticum aestivum* L.) to combined effects of drought and exogenous methyl jasmonate. *Photosynthetica*, vol. 52, pp. 377-385.
- VERBEKE, S., PADILLA-DÍAZ, C. M., HAESAERT, G. y STEPPE, K. (2022). Osmotic adjustment in wheat (*Triticum aestivum* L.) during pre- and post-anthesis drought. *Frontiers in Plant Science*, vol. 13, article 775652.

Bioprospección y caracterización de rizobacterias nativas asociadas a *Pistacia vera* con potencial promotor del crecimiento vegetal

Vera, Luis Fernando^{1*}; Gato, Ismaray¹; Retamal, Jorge Andres²; Schoebitz, Mauricio Ivan¹

¹Departamento de Suelos y Recursos Naturales, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Víctor Lamas 1290, Concepción, Chile. ²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Quilamapu, Av. Vicente Méndez 515, Chillán 3800062, Chile

lvera2025@udec.cl

El pistacho (*Pistacia vera* L.) es una especie originaria de Asia, actualmente enfrenta crecientes limitaciones asociadas al cambio climático y a la intensificación de fenómenos meteorológicos extremos (Marino et al., 2026). Diversos estudios han demostrado que las interacciones en la rizosfera mejoran la adaptabilidad de las plantas en respuesta a las condiciones abióticas y bióticas en los climas mediterráneos (Dagher et al., 2025). Por este motivo, el uso de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) constituye una alternativa viable para minimizar el impacto del cambio climático en los pistacheros. El objetivo de esta investigación es aislar y seleccionar bacterias nativas de la rizosfera del pistacho que posean características PGPR y tolerancia a condiciones abióticas extremas. La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología de Suelos de la Universidad de Concepción. Las muestras de suelo se recolectaron a una profundidad de 0–10 cm en la rizosfera de árboles de pistachero ubicados en el Centro Experimental INIA Raihuén, Región del Maule, Chile (35°57'25.4" S, 72°18'13.7" O). Los aislados rizosféricos se obtuvieron a partir de 10 g de suelo de la rizosfera suspendidos en 90 mL de PBS 1X y agitados a 150 rpm durante 30 minutos. Se sembraron alícuotas (100 µL) en agar nutritivo y se incubaron a 27 °C durante 48 horas. Las colonias diferenciadas se purificaron y se almacenaron a –80 °C hasta su uso posterior. La caracterización preliminar de las cepas incluyó tinción de Gram y screening cualitativo para la producción de catalasa, formación de biopelículas, ureasa, amilasa, fosfatasa y rasgos relacionados con la fijación de nitrógeno. Para la cuantificación de ácido indol-3-acético (IAA), se recolectó 1 mL del sobrenadante de un cultivo bacteriano de 16 h crecido en medio LB suplementado con 0.2 g L⁻¹ de L-triptófano. La muestra se centrifugó durante 10 min a 4 °C y el sobrenadante se filtró a través de una membrana de 0.22 µm. Posteriormente, el filtrado se analizó por HPLC siguiendo la metodología adaptada por (Benítez et al., 2024). La cuantificación de biopelículas se realizó siguiendo la metodología descrita por O'Toole (2011). Las lecturas se realizaron a 550 nm en un espectrofotómetro de microplacas Epoch (BioTek Instruments). Se evaluó la compatibilidad de los cultivos bacterianos en placas de agar TSA, mediante estriado tanto en sentido vertical como horizontal. Las muestras se incubaron durante 24 h a 32 °C, se consideró positivo cuando no se observó formación de halo en el estriado. La tolerancia bacteriana al estrés térmico se evaluó cultivando cada cepa en medio TSB a 10, 26 y 42 °C con agitación a 180 rpm. El crecimiento se cuantificó tras 24 y 48 horas mediante la medición de la densidad óptica con un espectrofotómetro de microplacas. La tolerancia al estrés osmótico se evaluó en condiciones de cultivo idénticas en medio TSB suplementado con PEG 6000 (Merck) a concentraciones finales de 0, 10 y 20 % (p/v). El crecimiento se cuantificó tras 24 y 48 horas utilizando el mismo procedimiento espectrofotométrico. En función de sus características bioquímicas y su actividad como PGPR, se seleccionaron cinco cepas por su capacidad para producir biopelículas en niveles que iban de bajos a altos (Tabla 1). La cepa Ca-P-14, con características Grampositivas, mostró una alta actividad enzimática y PGPR: ureasa (+++), formación de biopelícula (+++), catalasa (+++), actividad nitrogenasa (+++), y la mayor producción de IAA (176 ± 2,3 µg/mL). También presentó la mayor biomasa de biopelícula a OD550 (0,41 ± 0,02). No mostró solubilización de fosfatos insolubles y presentó una hidrólisis de almidón baja (+) (Tabla 1). Por el contrario, los aislados Ca-P-54, Ca-M-06, Ca-P-056 y Ca-P-39 mostraron solubilización de fosfatos con actividad de leve a alta. En general, estos resultados identifican a Ca-

P-014 como la cepa más prometedora para futuros ensayos relacionados con la promoción del crecimiento vegetal.

Tabla 1. Caracterización bioquímica y rasgos promotores del crecimiento vegetal de las cepas seleccionadas

Cepas	Tinción Gram	Actividad enzimática					Actividad PGPR				
		Am	Ur	Bio	Cat	Nitrog	SFI	AIA ($\mu\text{g mL}^{-1}$)		Biofilm (550 nm)	
Ca-P-14	Positiva	+	+++	+++	+++	+++	-	176	$\pm$ 2,3	0,41	$\pm$ 0,02
Ca-P-54	Positiva	-	-	+++	+	-	++	12,0	$\pm$ 0,1	0,32	$\pm$ 0,00
Ca-M-06	Negativa	++	+++	+	-	-	++	15	$\pm$ 0,2	0,14	$\pm$ 0,01
Ca-P-56	Negativa	-	-	+	+	-	+++	6,3	$\pm$ 0,1	0,17	$\pm$ 0,03
Ca-P-39	Negativa	+	-	+++	++	-	+	0	$\pm$ 0	0,26	$\pm$ 0,01

Nota: - (sin reacción); + (leve); ++ (medio); +++ (alto). La Desviación estándar ($\pm$) corresponde a 3 repeticiones con tres replicas. Am (Amilasa); Ur (Ureasa); Bio (Biofilm); Nitrog (Nitrogenasa); Solubilización de fosfatos inorgánicos (SFT)

Los resultados mostraron que los aislados Ca-P-014, Ca-P-54, Ca-M-06, Ca-P-056 y Ca-P-39 fueron compatibles entre sí, ya que no se observaron evidencias de antagonismo bajo las condiciones evaluadas (Figura 1).



Figura 1. Compatibilidad entre cepas

En condiciones de control (24 h), los valores de DO_{600} oscilaron entre aproximadamente 0,49 y 0,77, siendo la cepa Ca-P-56 la que mostró un mayor crecimiento. La exposición a un 10 % de PEG redujo el crecimiento en todas las cepas, aunque Ca-P-14 y Ca-P-56 mantuvieron valores más altos. Con un 20 % de PEG, todas las cepas mostraron baja densidad óptica, lo que indica una mayor sensibilidad al estrés osmótico severo (Figura 1a). En condiciones de control (48 h), los valores de DO_{600} oscilaron entre aproximadamente 0,6 y 1,1, siendo la cepa Ca-M-06 la que mostró un mayor crecimiento. La exposición al 10 % de PEG redujo el crecimiento en todas las cepas, aunque Ca-P-14 y Ca-P-39 mantuvieron valores más altos. Cuando la cepa Ca-M-06 fue sometida al 20 % de PEG, mostró un crecimiento leve, en contraste con los otros aislados, que se vieron afectados por esta concentración osmótica (Figura 1b).

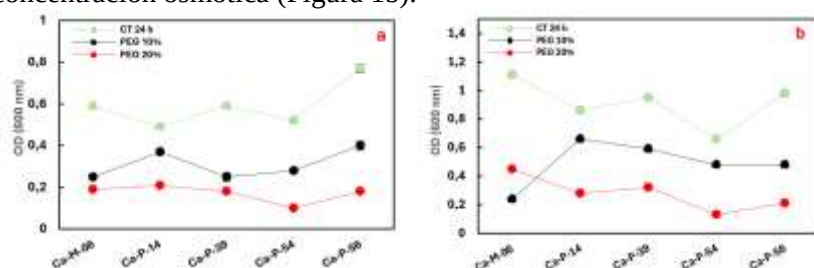


Figura 2. Crecimiento celular de PGPR bajo estrés osmótico. a) 24 horas y b) 48 horas. Muestras por tratamientos $n = 9$.

Durante las primeras 24 h de incubación, las cepas bacterianas mostraron su mayor crecimiento a 26 °C. Al reducir la temperatura a 10 °C, el crecimiento disminuyó en todas las cepas, aunque Ca-P-56 destacó por mantener una DO_{600} superior a 0,4. En contraste, la exposición a 42 °C afectó negativamente el crecimiento de todas las cepas evaluadas (Figura 2a). A las 48 h, el mayor crecimiento volvió a registrarse a 26 °C, particularmente en las cepas Ca-M-06 y Ca-P-56. A 10 °C, el crecimiento disminuyó en la mayoría de las cepas; sin embargo, Ca-P-54 mostró un comportamiento comparable al observado a 26 °C. De manera similar, la incubación a 42 °C redujo el crecimiento en todas las cepas analizadas (Figura 2b).

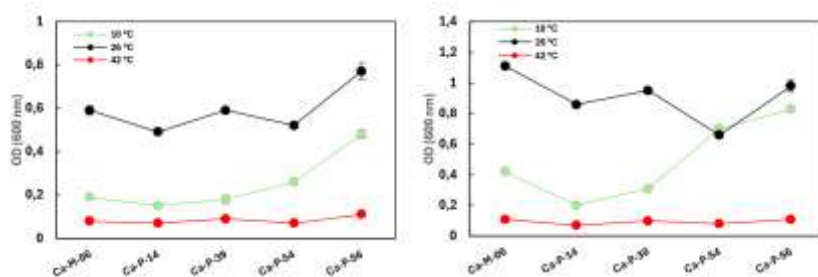


Figura 3. Crecimiento celular de PGPR bajo diferentes temperaturas. a) 24 horas y b) 48 horas. N muestras por tratamientos n =9

Bibliografía

BENÍTEZ, S. V., CARRASCO, R., GIRALDO, J. D., & SCHOEBITZ, M. (2024). Microbeads as carriers for *Bacillus pumilus*: A biofertilizer focus on auxin production. *Journal of Microencapsulation*, 41(3), 170-189. <https://doi.org/10.1080/02652048.2024.2324812>

DAGHER, D., TASKOS, D., MOUROUZIDOU, S., & MONOKROUSOS, N. (2025). Microbial-Enhanced Abiotic Stress Tolerance in Grapevines: Molecular Mechanisms and Synergistic Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Plant Growth-Promoting Rhizobacteria, and Endophytes. *Horticulturae*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/horticulturae11060592>

MARINO, G., ROUSSOS, P. A., GUSELLA, G., MICHAELIDES, T. J., FERGUSON, L., & CARUSO, T. (2026). Pistachio. En *Temperate Tree Fruits and Nuts* (pp. 529-564). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780443291371000141>

O'TOOLE, G. A. (2011). Microtiter Dish Biofilm Formation Assay. *Journal of Visualized Experiments : JoVE*, (47), 2437. <https://doi.org/10.3791/2437>

Eje 2

Tecnología de Alimentos, Seguridad e Inocuidad Alimentaria



Ciencia y Tecnología Agraria
XI Jornadas FCA-UNR - V Reunión Argentina-Chile

Diseño de instalaciones de las salas de extracción de miel en territorio bonaerense **Mouteira, María Cecilia¹; Paradela, Marcial²; Guardia López, Ariel^{1,2}**

¹Universidad Nacional de La Plata (UNLP), ²Ministerio de Desarrollo Agrario- Dirección de Apicultura.

mouteiracecilia@yahoo.com.ar

La miel es un alimento que requiere de procesos tecnológicos que involucran establecimientos de diversas características establecidas en la resolución 870/06 del SENASA. Siendo la provincia de Buenos Aires una de las que concentra la mayor proporción de colmenas, también es la que cuenta con el mayor número de salas de extracción. Por ello es importante conocer cómo son las estructuras de estos establecimientos, información de utilidad para el diseño de políticas públicas orientadas a satisfacer las necesidades extractivas de la región y preservar la calidad de producto. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las estructuras edilicias de las salas de extracción de miel de la provincia de Buenos Aires, en relación a sus zonas y calidad de los materiales empleados en su construcción. La recolección de datos se realizó mediante una lista de chequeo, en forma in situ y/o mediante videollamada, recorriendo las distintas dependencias del establecimiento. El estudio realizado durante el período 2020-2025, se centró sobre 70 salas en proceso de habilitación, ubicadas en distintos partidos de la provincia de Buenos Aires. Uno de los aspectos de importancia en el procesamiento de la miel es su trazabilidad mediante la utilización de registros adecuados que permitan rastrear la trayectoria del producto, en este sentido el 68,2% de los establecimientos no contaban con registros detallados. Todo establecimiento de procesamiento de alimento requiere como insumo agua potable para las tareas de saneado de acuerdo a lo establecido en el Código Alimentario Argentino, lo que puede ser asegurado mediante un análisis físico-químico y microbiológico del agua de pozo o por el suministro de agua corriente. En las salas indagadas el 62,1% contó con agua corriente, 34,8% agua de pozo con análisis y el 3% sin análisis de potabilidad. Dentro de los aspectos generales de los establecimientos se observó su ubicación en terrenos altos no inundables, la presencia de cerco perimetral la existencia de una vereda que rodee las instalaciones y caminos de ingreso adecuados registrando como valores individuales en ese orden 100%, 92%, 91% y 94%. Uno de los requisitos de las salas es la existencia de 3 zonas: zona complementaria (ZD) donde se realiza la descarga y carga de alzas y tambores, zona intermedia (ZI) destinada al almacenamiento y acondicionado de alzas y tambores y zona limpia (ZL) donde se realiza el proceso de extracción. En relación a la zona complementaria esta puede ser de dos tipos: abierta (ZDA), con piso y techo que cubra la descarga, o cerrada (ZDC), con piso, techo, cielorraso, paredes y portón. En el estudio resultaron 54% contaban con ZDC, 37% ZDA y 9% no la tenían. De los que contaban con ZDA 56% tenían tanto el techo como el piso, en el resto faltaba alguno de los dos requisitos. En relación a las características de las ZDC 97% contaban con piso consolidado, 24% cielorraso y 82% ventana con protección contra plagas. Independientemente del tipo de ZD el acceso a la ZI debe ser por una puerta o portón y protección contra plagas, es así que en el 54% de los casos faltó alguna de las dos barreras, 36% faltaron ambas y 10% están presentes en su totalidad. Respecto de la existencia y delimitación de la ZI, el 58% se encontraba presente y delimitada físicamente de la ZD y ZL, 19%, individualmente, no se encontraba delimitada con ZD o ZL y 4% carecía de ZI. Las características de la ZI se observan en la tabla 1. Una de las estructuras exigidas dentro de la ZI es el filtro sanitario, existiendo un 51% que se encontraban ubicados de forma correcta en cercanía al acceso a la ZL, 6% ubicado en forma errada en otras áreas y 43% estaba ausente. En relación a los componentes necesarios en estas instalaciones: 27% contaban con canilla lavamanos de funcionamiento no manual, 73% lavamanos, 84% lava botas, 41% provisión de jabón líquido sanitizante, 38% dispositivo o papel descartable para el secado de manos y 43% contenedor para residuos. Las características de la ZL se registran en la tabla 2. En esta zona se observó que un 14% de los casos poseían accesos no permitidos entre ZL y el exterior u otras dependencias de alta contaminación (ZD, depósitos, cocina, sanitarios, entre otros).

Tabla 1: Características estructurales de la ZI (%)

Estructuras ZI	%
Presencia de cielorraso aislante y lavable	38
Paredes lisas, lavables y pintadas	54
Pisos resistentes, lisos y mantenidos	91
Presencia de luminaria con protección contra estallido o lámparas led plásticas	59
Presencia de desagüe de efluentes con sifón	79
Ventanas al exterior fijas o con mosquitero	70
Presencia de protección contra plagas en acceso a ZL	42

Tabla 2: Características estructurales de la ZL (%)

Aspectos estructurales de ZL	%
Presencia cielorraso aislante y lavable	64
Paredes lisas, lavables y pintadas	83
Pisos resistentes, lisos y mantenidos	95
Presencia de luminaria con protección contra estallido o lámparas led plásticas	84
Presencia de desagüe de efluentes con sifón	80
Ventanas al exterior fijas o con mosquitero	62

En relación a los materiales constructivos de la maquinaria el 60% eran de inoxidable, 36% materiales metálicos con cobertura de pintura epoxi calidad alimentaria y 1% PVC, existiendo un 3% que por los materiales constructivos o por sus características de funcionamiento no cumplían con el requisito. El 79% contaban con baño como parte estructural del establecimiento que, según su zona de acceso, el 31,9% se accedía por ZI, 29,8% ZD, 25,5% por el exterior del establecimiento y 8,5% por otras zonas adecuadas a tal fin, habiendo un 4,3% de incumplimiento por contar con acceso directo desde ZL. En relación a la existencia de sus requisitos el 76% tenían vestuarios, 80% sanitarios, 65% duchas y 56% percheros o anaqueles para la vestimenta. Comparando los resultados con los reportados por Mouteira *et al.* (2022) para establecimientos extractores de la provincia de Buenos Aires se observó un aumento de la presencia de ZDC y de cielorraso y protección contra plagas en ventanas de esta área; aumento de presencia de filtro sanitario, pileta lava manos, cielorraso, pisos adecuados, luminarias contra roturas, desagües con sifón, ventanas con protección contra roturas de la ZI; finalmente los aspectos estructurales de la ZL son semejantes a los reportados por estos autores en el 2022. En relación a los baños se presentó un aumento de existencia de vestuarios y sanitarios. En general se observa un avance en los aspectos estructurales de las salas de extracción de miel.

Bibliografía

MOUTEIRA, M.C.; PARADELA, M. y GUARDIA LÓPEZ, A. (2022) Estructura edilicia de la sala de extracción de miel de la Provincia de Buenos Aires. XV Congreso Latinoamericano de Apicultura, pág 55.

Evaluación de los parámetros físico-químicos y estándares de calidad en mieles envasadas bonaerenses

Mouteira, María Cecilia¹; Paradela, Marcial³; Alberto, Cecilia^{3,2}; Ana Clara Dedomenici^{3,2}; Basso, Marilina⁴.

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, ²Facultad de Ciencias Naturales y Museo-Universidad Nacional de La Plata (UNLP), ³Ministerio de Desarrollo Agrario- Dirección de Apicultura. ⁴Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina.

mouteiracecilia@yahoo.com.ar

La miel en Argentina es mayoritariamente destinada a la exportación y constituye un producto clave en la comercialización apícola. Su calidad físico-química se garantiza mediante el cumplimiento de una serie de parámetros establecidos en el Código Alimentario Argentino (CAA), los que, a partir de su análisis, posibilitan precisar la frescura, limpieza y manipulación apropiada del producto. Estos indicadores posibilitan la optimización del proceso al corregir errores en la producción primaria o procesamiento que van en desmedro de su calidad, encontrándose entre ellos la humedad, hidroximetilfurfural (HMF), acidez, pH, azúcares y enzimas, además de las características sensoriales tales como consistencia, aroma, color y sabor. Luego de la extracción, la miel puede estar sometida a uno o varios procesos industriales orientados a su fraccionamiento, licuado, homogenizado o batido con el objeto de diferenciar el producto, y que, según la tecnología empleada, pueden condicionar en menor o mayor medida la calidad. Según la Cámara Argentina de Fraccionadores de Miel (CAFraM), en nuestro país existen más de 300 establecimientos pertenecientes a productores apícolas, consorcios o cooperativas (CAFraM, 2023). En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad de las mieles fraccionadas y comercializadas en la provincia de Buenos Aires, para derivar en conclusiones respecto de la incidencia del procesamiento sobre la calidad final del producto. Metodológicamente se realizó la toma de muestras de mieles provenientes de establecimientos de fraccionado de miel habilitados, ubicados en la provincia de Buenos Aires. Se realizó el muestreo de 84 mieles comerciales fraccionadas durante los años 2023-2024, verificando que provinieran de la cosecha de esa misma campaña. La determinación de la calidad físico-química de las muestras se realizó siguiendo los protocolos de las normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), determinándose el contenido de humedad (IRAM 15931), acidez (IRAM 15933) y HMF (IRAM 15937-2). Adicionalmente se analizó el aspecto organoléptico de color (IRAM 15941-2) que clasifica a los mismos de acuerdo a una escala: blanco agua (BA), extra blanco (EB), blanco (B), ámbar extra claro (AEC), ámbar claro (AC) y ámbar (A). Los datos fueron analizados por estadística descriptiva y esquematizados en histogramas de frecuencia en donde la superficie de cada barra fue proporcional a la frecuencia de los valores representados, expresados en porcentaje de aparición, según el rango establecido. Los resultados sobre el color de la miel, atributo sensorial clave para la determinación del precio de comercialización y presuntivo de alteraciones durante su procesamiento o almacenamiento, observó un valor promedio (2023-2024) de 33 mm Pfund (DS 16,7), correspondiente al color blanco, con valores para el 2023 de 40,5 mm Pfund (DS 15,6), color de escala ámbar extra claro y para el 2024 de 27,2 mm Pfund (DS 15,2), color de escala blanco. En el gráfico 1 se representaron las frecuencias comparadas de color para ambos períodos. La humedad de la miel, indicador clave de calidad determinado por el grado de operculado con que se cosechan los cuadros y las humedades ambientales presentes durante la cosecha, procesado o almacenamiento del producto, presentó un valor promedio (2023-2024) de 16,6 % (DS 0,8). En el gráfico 2 se observa la frecuencia de humedad comparada para ambos años. El HMF es un compuesto que se forma a partir de la descomposición de los azúcares de la miel en condiciones ácidas, potenciado por el calor. Es un indicador de la existencia de procesos de calentamiento durante la cosecha, envasado o almacenamiento. Se emplea también como indicador de envejecimiento del producto y puede señalar la existencia de adulteraciones con azúcares industrializados. Las muestras presentaron un valor

promedio (2023-2024) de HMF de 11,5 mg/kg (SD 28,2), con valores para el de 15,7 mg/kg (DS 38,1) para el 2023 y de 7,2 mg/kg (DS 10,7) para el 2024. En el gráfico 3 se caracteriza los contenidos de HMF de las muestras analizadas para 2023 y 2024. La miel exhibe una reacción ácida debido a la presencia, sobre todo, de ácidos orgánicos, los cuales son responsables de dar estabilidad al producto frente al ataque microbiano. Su contenido puede verse aumentado como consecuencia de la existencia de procesos de fermentación, sobre todo en mieles de elevado contenido de humedad, de ahí la importancia de su medición. En las mieles objeto de estudio se observó un valor promedio (2023-2024) de 16,1 meq/kg de acidez láctica (DS 4,9), con valores para el 2023 de 18,2 meq/kg (DS 4,3) y 14 meq/kg (DS 4,5) para el 2024, cuya comparación por rango de frecuencia para ambos años, se observa en el gráfico 4.

Gráfico 1: Frecuencia comparada del color según la escala Pfund (mm) en porcentaje

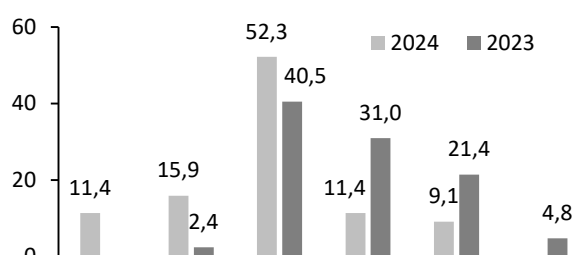


Gráfico 2: Frecuencia comparada de porcentaje de humedad en porcentaje.

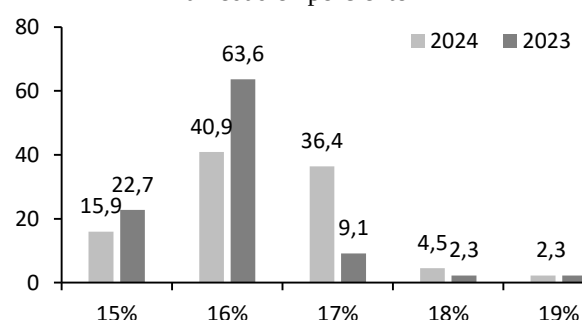


Gráfico 3: Frecuencia comparada de HMF (mg/kg) en porcentaje

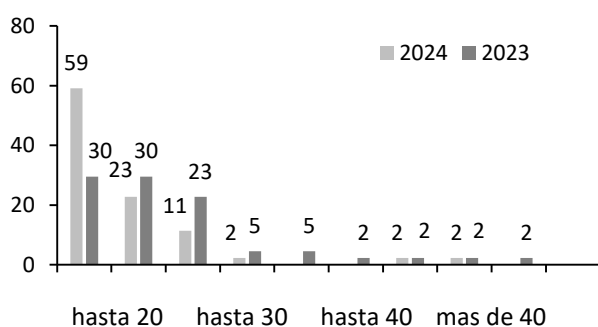
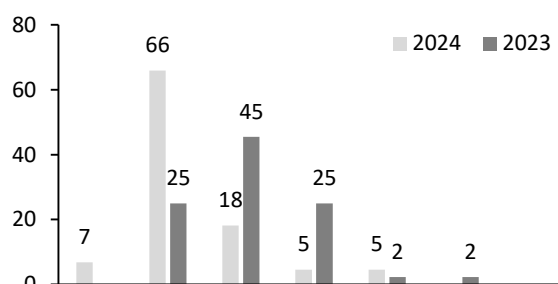


Gráfico 4: Frecuencia de acidez láctica (meq/kg) en porcentaje



Se concluye que las muestras de miel objeto del presente estudio cumplen en su gran mayoría con los límites establecidos en el CAA, si bien es importante resaltar que se observaron algunos desvíos respecto a los valores de HMF de las muestras del año 2023, que fueron superiores a los 40 mg/kg establecidos en el CAA y que podrían indicar procesos de calentamiento o envejecimiento de la miel.

Bibliografía

CAFRAM. CÁMARA ARGENTINA DE FRACCIONADORES DE MIEL (2023) Sector fraccionador. Disponible en <https://cafram.org.ar/index.php/sector-fraccionador/>

Diagnóstico edilicio y sanitario de las salas de fraccionamiento de miel bonaerense **Mouteira, María Cecilia¹; Paradela, Marcial²; Guardia López, Ariel^{1,2}; Basso, Marilina³**

¹Universidad Nacional de La Plata (UNLP), ²Ministerio de Desarrollo Agrario- Dirección de Apicultura, ³Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina
mouteiracecilia@yahoo.com.ar

Argentina es uno de los principales productores y exportadores de miel a nivel mundial, destacándose tanto en volumen como en calidad. Dado que la mayor parte se exporta a granel, existe una oportunidad para agregar valor al producto mediante el fraccionamiento. La provincia de Buenos Aires cuenta con la Resolución 939/03 MDA, mediante la cual se propicia la normalización del funcionamiento de las fraccionadoras de miel para consumo. En los últimos años, promovido por el aumento de la demanda de alimentos de origen natural y de las campañas nacionales (Resolución E 95/2017), orientadas al aumento del consumo de miel (León Espín, 2020), se ha visto ampliado el número de establecimientos fraccionadores, cuya habilitación se vio flexibilizada mediante la autorización del empleo de las salas de extracción habilitadas como salas de fraccionamiento. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las estructuras edilicias de las salas de fraccionamiento de miel de la provincia de Buenos Aires en proceso de habilitación, en relación a sus zonas y calidad de los materiales empleados en la construcción. La recolección de datos se realizó mediante una lista de chequeo, en forma in situ y/o mediante videollamada, recorriendo las distintas dependencias del establecimiento. El estudio realizado durante el período 2020-2025, se centró sobre 45 salas en proceso de habilitación, ubicadas en distintos partidos de la provincia de Buenos Aires. Uno de los aspectos de importancia en el fraccionado de la miel es la trazabilidad, gestionada mediante registros exhaustivos, pilar crítico en el procesamiento de la miel, en este estudio el 68,4% no contó con registros detallados. De acuerdo con el Código Alimentario Argentino (CAA), todo establecimiento fraccionador debe garantizar el suministro de agua potable para las tareas de saneamiento. Esta condición puede cumplirse mediante la red de agua corriente o, en el caso de agua de pozo, a través de análisis físico-químicos y microbiológicos periódicos. En las unidades procesadoras analizadas, el 54,5% contó con agua corriente, 40,9% agua de pozo con análisis y 4,6% sin análisis de potabilidad. En cuanto al emplazamiento de las unidades productivas, se constató su ubicación en terrenos altos no inundables, la presencia de cerco perimetral y de una vereda que rodee las instalaciones registrando como valores individuales, en ese orden, de 100%, 87% y 88%. Se verificó además la correcta señalización de las áreas mediante carteles específicos y la implementación formal de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) y el sistema de Control de Plagas (CP), evidenciando valores individuales, en ese orden, de 73%, 60%, 63% y 72%. El diseño de los establecimientos fraccionadores exige la delimitación de tres áreas operativas diferenciadas: zona complementaria (ZD), donde se realiza la descarga de la materia prima, zona intermedia (ZI), destinada al almacenamiento y acondicionamiento transitorio de las materias primas y sus contenedores y zona limpia (ZL), espacio exclusivo donde se desarrolla el fraccionado bajo condiciones controladas. La Zona Complementaria se categoriza en dos variantes según su nivel de oclusión: Abierta (ZDA), caracterizada por contar con piso y techo que cubra la descarga; o Cerrada (ZDC), que dispone de un cierre perimetral completo con piso, techo, paredes y portón de acceso. Los hallazgos derivados del estudio exhibieron que el 32% contaron con ZDC y 68% ZDA. En relación a las ZDA, se constató un 29% de adecuación integral respecto a la presencia de piso y techo; en el 59% restante, se detectó la ausencia de al menos uno de estos componentes fundamentales, habiendo un 12% que no contaban con la ZD. Independientemente de la tipología de la ZD, el acceso a la zona intermedia debe garantizarse mediante la existencia de un portón y una protección contra plagas. En relación a este aspecto, los resultados expusieron tres niveles de cumplimiento: un 24% de los establecimientos contaba con el sistema de protección integral (portón y barrera contra plagas), 64% de adecuación parcial al faltar alguna de las dos barreras y 12% de

incumplimiento total por la falta de ambos. En relación a la configuración de la ZI, se observó que el 72% de las fraccionadoras contaban con la delimitación física respecto a las zonas ZD y ZL y el 16% incumplía este requisito. Además, se constató un 12% de la inexistencia, física o implícita, de este sector. El análisis de los aspectos de la infraestructura de la ZI se visualiza en la tabla 1. En cuanto a los filtros sanitarios exigidos en la ZI, se observó que el 48% de los casos el filtro se encontró totalmente ausente, 48% estaba presente y cumplía con la ubicación correcta en cercanía del acceso de la ZL y 4% en áreas alejadas o incorrectas. En cuanto a los componentes de los filtros sanitarios, se observó que el 77% tenía lavamanos, aunque sólo el 46% disponía de canillas de accionamiento no manual. Respecto a los insumos de higiene, el 38% poseía jabón líquido sanitizante, 31% toallas de papel descartable o dispositivo de secado de manos por calor y 78% contenedores para residuos. Finalmente, el 69% de los filtros contó con la presencia del lavabotas. Los hallazgos relativos a las estructuras particulares ZL se describen en la tabla 2. En el 71% de las ZL se accedía a estas mediante una abertura provista de protección contra plaga.

Tabla 1: Características estructurales de la ZI (%)

Estructuras ZI	%
Presencia de cielorraso aislante y lavable	45
Paredes lisas, lavables y pintadas	64
Pisos resistentes, lisos y mantenidos	95
Presencia de luminaria con protección contra estallido o lámparas led plásticas	86
Presencia de desagüe de efluentes con sifón	86
Ventanas al exterior fijas o con mosquitero	89

Tabla 2: Características estructurales de la ZL (%)

Estructuras ZL	%
Presencia de cielorraso aislante y lavable	76
Paredes lisas, lavables y pintadas	96
Pisos resistentes, lisos y mantenidos	92
Presencia de luminaria con protección contra estallido o lámparas led plásticas	92
Presencia de desagüe de efluentes con sifón	83
Ventanas al exterior fijas o con mosquitero	88

En los materiales constructivos de la maquinaria predominó el acero inoxidable (84%), seguido por un 8% de superficies metálicas con recubrimiento de pintura epoxi de grado alimentario y un 8% de PVC. El 88% contaban con baño-vestuario como parte estructural del establecimiento, que según su zona de acceso el 55% lo hacía por ZI, 9% por ZD, 18% por el exterior del establecimiento y 9% por otras zonas adecuadas a tal fin, existiendo un 9% de incumplimiento por acceso directo desde ZL. En relación a su estructura el 68% tenían vestuarios, 73% sanitarios, 68% duchas y 67% percheros o anaqueles para la vestimenta. El 78% de las fraccionadoras tenían depósitos para envases de fraccionado, 81% de productos de saneamiento y 59% de control de plagas. Se concluye que, si bien los aspectos estructurales de las fraccionadoras aún requieren mejoras adicionales, la política provincial destinada a incentivar el agregado de valor de la miel y el acompañamiento técnico a los productores, permitirá garantizar la excelencia en materia de bioseguridad y sanidad.

Bibliografía

LEÓN ESPÍN, C.A. (2020) Campaña de posicionamiento. Caso: Pasochoa Natural (Bachelor's thesis, Universidad de las Américas). <https://dspace.udla.edu.ec>

Provincia de Buenos Aires. (2003, 30 de octubre). Resolución Ministerial N° 939/03. Normatización del funcionamiento de las Salas de Extracción de Miel, fraccionamiento, acopio y depósito de productos apícolas [Resolución]. Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción

Ministerio de Agroindustria. (2017, 26 de abril). Resolución E 95/2017. Semana de la miel.

Desarrollo de tortillas a base de arroz integral nixtamalizado y lenteja turca: evaluación tecnológica y potencial funcional

Ambrogio, Gisela¹; Lingiardi, Nadia^{1,2,3}; Bruguez, César^{1,2}; Matjazic, Daniela^{2,3}; Chehem, Matías¹; Piccirilli, Gisela^{1,2}; Spelzini, Darío⁴; Llopart, Emilce^{1,2}; Soazo, Marina^{1,2}

¹ Instituto de Química Rosario (QUIR, UNR-CONICET), Argentina. ² Departamento de Ciencias de los Alimentos y del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario (UNR), Argentina. ³ Facultad de Química, Universidad del Centro Educativo Latinoamericano (UCEL), Argentina. ⁴ Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Evaluación de Alimentos (LIDEA), Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, UNR-CONICET, Argentina.

giselaambrogio@gmail.com

La incorporación de una mayor variedad de alimentos ricos en proteínas vegetales constituye una estrategia relevante para optimizar la calidad nutricional de la dieta. La combinación de cereales y legumbres permite complementar el perfil de aminoácidos, mientras que procesos como la nixtamalización contribuyen a mejorar la digestibilidad de las proteínas y la biodisponibilidad de los nutrientes. Su aplicación en matrices no tradicionales abre nuevas oportunidades para el desarrollo de alimentos innovadores con propiedades nutricionales mejoradas (Araúz *et al.*, 2024). El presente estudio tuvo como objetivo formular tortillas a partir de harina de arroz integral nixtamalizado (HA) y harina de lenteja turca (HL), y caracterizarlas en términos de composición química y propiedades tecnológicas, incluyendo color y textura.

Se emplearon arroz integral (*Oryza sativa* L.) y lenteja turca (*Lens culinaris* Medik.). El arroz fue nixtamalizado con CaCO_3 al 1 % (p/p), (relación grano:solución 1:4 (p/v), 100 °C, 30 min), remojado (16 h), lavado, secado (70 °C) y molido hasta obtener HA. La HL se obtuvo por molienda y tamizado de los granos (< 300 μm). Ambas harinas se caracterizaron mediante análisis proximal según métodos AOAC. Las tortillas se formularon utilizando mezclas de HA y HL en proporciones 50:50 y 30:70 (HA/HL) (p/p), en adelante referidas como 50/50 y 30/70, incorporadas en una dispersión acuosa con goma xántica (0,20 %). Las pastas se homogeneizaron y se cocinaron hasta obtener tortillas de estructura uniforme. La composición química se estimó teóricamente a partir de las harinas utilizadas con el software SARA. Se evaluaron parámetros tecnológicos, incluyendo color (L^* , a^* , b^*) y textura, como la fuerza máxima requerida para la penetración con una sonda cilíndrica (firmeza). Todos los ensayos se realizaron por quintuplicado. Los datos se analizaron mediante ANOVA y test de Tukey ($p < 0,05$), con Minitab® 18.1.

La composición química de las harinas y tortillas se muestra en la **Tabla 1**. La HA presentó mayor contenido de humedad que la HL, lo cual podría atribuirse al proceso de nixtamalización, que favorece la absorción y retención de agua (Mounika *et al.*, 2024). El contenido de cenizas fue mayor en la HL, evidenciando un mayor aporte mineral, mientras que en la HA nixtamalizada este valor refleja además la incorporación parcial de calcio durante el tratamiento alcalino. El valor proteico fue superior en la HL respecto de la HA, lo que se tradujo en un incremento del contenido de proteínas en las tortillas formuladas a medida que aumentó la proporción de HL, alcanzando la formulación 30/70, el valor más elevado. En cuanto a la fibra dietaria total (FDT), la HL presentó valores superiores a los de la HA; si bien no se detectaron diferencias significativas entre las tortillas, se observó una tendencia al aumento de la FDT con el incremento de la proporción de HL. Desde el punto de vista nutricional y regulatorio, este aporte resulta relevante, ya que la formulación 30/70 alcanzó un contenido de fibra que permitiría su rotulación como “fuente de fibra” según lo establecido en el Código Alimentario Argentino (CAA, Capítulo V), aportando aproximadamente 2,5 g de fibra por porción (70 g, peso cocido), lo que representa cerca del 10 % de la ingesta diaria recomendada.

Tabla 1. Composición química de las harinas y tortillas formuladas

Componente	HA	HL	50/50	30/70
Humedad (g/100 g)	12,49 ± 0,01 ^a	8,1 ± 0,3 ^b	-	-
Cenizas (g/100 g)	1,91 ± 0,01 ^b	2,6 ± 0,0 ^a	-	-
Proteínas (g/100 g)	7,76 ± 0,07 ^b	26,3 ± 0,1 ^a	17,0 ± 0,1 ^b	20,7 ± 0,1 ^a
Grasas totales (g/100 g)	1,58 ± 0,02 ^a	1,31 ± 0,02 ^b	1,45 ± 0,01 ^a	1,40 ± 0,01 ^b
FDT (g/100 g)	6,1 ± 0,4 ^b	9,1 ± 1,3 ^a	7,6 ± 0,5 ^a	8,2 ± 0,7 ^a
Carbohidratos (g/100 g)	70,1 ± 0,3 ^a	52,6 ± 0,9 ^b	61,4 ± 0,4 ^a	57,9 ± 0,5 ^b

Promedio ± DS (n=2). Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre las harinas o tortillas.

Los parámetros tecnológicos se muestran en la **Tabla 2**. Los valores de L^* fueron similares en ambas formulaciones, con diferencias significativas en los parámetros a^* y b^* , cuyos valores fueron mayores en la formulación 30/70. Esto sugiere que la variación en la proporción de HL y HA nixtamalizado influyó en el color de las tortillas, incrementando la tendencia hacia matices rojizos y amarillos a medida que aumentaba la proporción de HL. Las formulaciones exhibieron valores de firmeza comparables entre sí, sin diferencias significativas. Esto podría asociarse a una matriz homogénea, donde las características estructurales desarrolladas durante el procesamiento permitieron obtener productos con propiedades texturales similares, aspecto relevante desde el punto de vista tecnológico y sensorial.

Tabla 2. Parámetros tecnológicos de las tortillas formuladas

Formulaciones	Firmeza (N)	L^*	a^*	b^*
50/50	0,3 ± 0,1 ^a	55,0 ± 0,7 ^a	13,8 ± 0,4 ^b	37,0 ± 0,5 ^b
30/70	0,2 ± 0,1 ^a	54,8 ± 0,8 ^a	16 ± 1 ^a	42 ± 2 ^a

Promedio ± DS (n=5). Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre las tortillas elaboradas.

Las tortillas elaboradas a partir de harinas nixtamalizadas constituyen un producto versátil cuya formulación puede optimizarse mediante la incorporación de diferentes fuentes vegetales, permitiendo mejorar su perfil nutricional sin comprometer sus características tecnológicas. En este sentido, los resultados obtenidos indican que la combinación de harina de arroz integral nixtamalizado y harina de lenteja turca permite desarrollar tortillas con un perfil nutricional mejorado, destacándose la formulación 30/70 por su mayor contenido de proteínas y fibra, lo que amplía su potencial como alimento con valor agregado y apto para declaraciones nutricionales según la normativa vigente.

Bibliografía

ARÁUZ, A. B.; JEFFERIES, L. K.; TAYLOR, B. J. y DUNN, M. L. (2024). Chemical, physical, and sensory properties of nixtamalized oat tortillas. *Cereal Chemistry*, 101(2), 299–312. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/cche.10749> [Acceso: 7 de abril de 2026]

MOUNIKA, V. N.; KUMARI, B. A.; W, J. S. y RANI, N. (2024). Effect of Nixtamalization on the Physical Functional and Nutritional Properties of Foxtail Millet Flour. 27(8), 719–729. Disponible en: <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i81190> [Acceso: 7 de abril de 2026]

Efecto de sistemas de empaque sobre la calidad de postcosecha de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en condiciones de almacenamiento en frío

Beluzán, Francisco¹; Romero, Iverly¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA-Carillanca, Vilcún, Chile.

francisco.beluzan@inia.cl

El brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) es una hortaliza altamente perecible cuya calidad postcosecha está determinada por la velocidad de procesos fisiológicos como la senescencia, la deshidratación, el amarillamiento, el florecimiento y la oxidación de tejidos. Estos procesos afectan directamente la calidad comercial, reduciendo la vida útil del producto y su aceptación en el mercado. En sistemas hortícolas del sur de Chile, donde la cadena de comercialización puede implicar períodos prolongados de almacenamiento y transporte, el uso de tecnologías de conservación como los sistemas de empaque resulta fundamental para mitigar pérdidas y mantener atributos de calidad. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de distintos sistemas de empaque sobre parámetros de calidad postcosecha en brócoli almacenado en condiciones de frío.

El ensayo se desarrolló en el Centro Regional de Investigación INIA Carillanca, utilizando brócoli cv. 'Avenger' producido bajo condiciones de riego equivalente al 100% de la evapotranspiración de referencia. Posterior a la cosecha, las pellas fueron sometidas a tres sistemas de empaque de uso frecuente en la cadena hortícola: bolsas microperforadas al 0,3%, film plástico convencional y bolsas de atmósfera modificada. Las muestras fueron almacenadas durante 30 días a 0 °C y 80% de humedad relativa, en condiciones de oscuridad, simulando un escenario típico de conservación en cámaras de frío. El experimento se realizó con cinco repeticiones por tratamiento, utilizando una pella como unidad experimental por repetición. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANDEVA) y comparación de medias ($p \leq 0,05$) utilizando el software Statgraphics Centurion XVI. Durante el periodo de almacenamiento se evaluaron variables de calidad relevantes, incluyendo pérdida de peso, como indicador del grado de deshidratación; decoloración, asociada al amarillamiento progresivo; florecimiento, relacionado con la apertura de inflorescencias secundarias; y oxidación, medida a través del oscurecimiento del tallo principal, utilizando escalas visuales estandarizadas.

Los resultados evidenciaron que la pérdida de peso fue la única variable que presentó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (Figura 1), observándose que el film plástico y la atmósfera modificada lograron mantener los valores más bajos de pérdida (<2%), mientras que las bolsas microperforadas alcanzaron valores cercanos al 4% tras 30 días de almacenamiento. Este comportamiento se explica por la menor permeabilidad al vapor de agua de los materiales utilizados en los tratamientos de film y atmósfera modificada, lo que permite reducir la deshidratación y mantener la turgencia del producto. En contraste, las bolsas microperforadas favorecen un mayor intercambio gaseoso y pérdida de humedad, lo que se traduce en una mayor reducción de peso y potencial deterioro comercial.

En las variables decoloración, florecimiento y oxidación no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos; sin embargo, se identificaron tendencias relevantes desde el punto de vista fisiológico y comercial. El amarillamiento se presentó de manera progresiva en todos los tratamientos, alcanzando valores altos en la escala visual, lo que sugiere que este proceso está fuertemente determinado por mecanismos internos asociados a la degradación de clorofila y la senescencia natural del tejido, independientemente del tipo de empaque, coincidiendo con lo reportado en la literatura (Kader, 2002). En relación con el florecimiento, el film plástico mostró una menor intensidad relativa, lo que podría indicar un efecto retardador sobre este proceso fisiológico, mientras que las bolsas microperforadas y de atmósfera modificada presentaron niveles similares y levemente superiores.

Por otra parte, en la variable oxidación se observó una tendencia a mayores valores en el tratamiento con film plástico, lo que podría estar asociado a una menor capacidad de intercambio gaseoso y mayor acumulación de humedad interna, favoreciendo procesos de deterioro oxidativo. En contraste, las bolsas microperforadas y de atmósfera modificada mostraron menores niveles de oxidación, lo que sugiere un efecto positivo en la conservación de la integridad de los tejidos. Estos resultados concuerdan con estudios que destacan la importancia del balance entre intercambio gaseoso y control de humedad en la conservación de hortalizas frescas (Hermosilla y Alborno, 2023).

En conjunto, los resultados indican que ningún sistema de empaque evaluado logra inhibir completamente los procesos de senescencia del brócoli durante el almacenamiento en frío; sin embargo, sí permiten modular distintos atributos de calidad. El film plástico y la atmósfera modificada destacan por su capacidad de reducir la pérdida de peso, mientras que las bolsas microperforadas presentan ventajas en la reducción de procesos oxidativos. En este sentido, la selección del sistema de empaque debe considerar un equilibrio entre los distintos parámetros de calidad, dependiendo de los requerimientos específicos de la cadena de comercialización. En el contexto de la horticultura de La Araucanía, la incorporación de tecnologías de empaque adecuadas representa una estrategia relevante para disminuir pérdidas postcosecha, mejorar la calidad del producto y aumentar la competitividad del sector hortícola en escenarios de creciente exigencia de mercado.

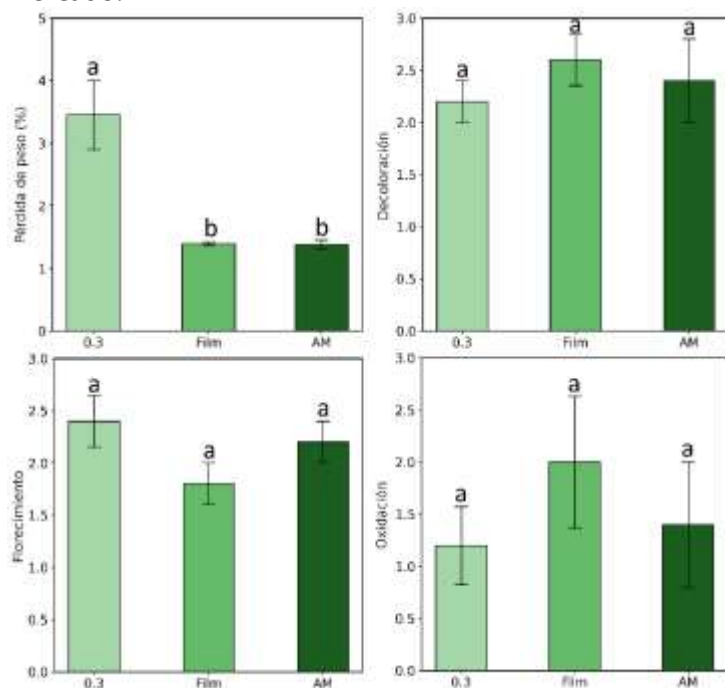


Figura 1. Efecto de tres sistemas de empaque (bolsa microperforada al 0,3 %, film plástico y atmósfera modificada) sobre la calidad de postcosecha en brócoli almacenado a 0 °C por 30 días. Se muestran los promedios ± error estándar para: a) pérdida de peso (%); b) decoloración (escala visual de 1 a 3); c) florecimiento (escala visual de 1 a 3) y d) oxidación (escala visual de 1 a 3). Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$), según factor evaluado.

Bibliografía

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (1981) Food loss prevention in perishable crops. Agricultural Services Bulletin No. 43. Roma, Italia.

HERMOSILLA, A.; ALBORNOZ, K. (2023) Fisiología y tecnología de postcosecha de hortalizas de hoja de cuarta gama: una revisión. Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences, 39(3), 413–429.

KADER, A. A. (2002) Postharvest technology of horticultural crops. 3rd ed. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, USA.

Evaluación del efecto de bioinsumos sobre la dinámica epidemiológica de enfermedades en trigo (*Triticum aestivum* L.) en un sistema productivo sostenible

Maria Victoria Gabrielli^{*1}, Cristian Mapelli^{*1}, Dana Di Mónaco^{*1}, María Ayelén Pagani², M. Victoria Benedetto³, M. Celeste Tur³, Paolo Cacchiarelli⁴, Alejandra Peruzzo⁴

¹ Estudiante Taller IV Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Rosario (FCA-UNR). ² Centro de Estudios Fotosintéticos y Bioquímicos (CEFOBI). ³ Estación Experimental INTA Oliveros y FCA-UNR. ⁴ Tutores externos Taller IV e Instituto de Investigación en Ciencias Agrarias de Rosario (IICAR). *ex-aequo.

mavigabrielli01@gmail.com

La producción de alimentos sin el uso de agroquímicos sintéticos emerge como un paradigma que promueve una forma diferente de generar materias primas, realizando un uso más sustentable de los recursos y en constante vinculación con los procesos sociales y productivos del entorno. Hasta la fecha existe poca información sanitaria de cultivos extensivos sometidos a este tipo de manejo productivo. Por su parte, las enfermedades en trigo (*Triticum aestivum* L.) en Argentina pueden causar no solo pérdidas importantes en el rendimiento del cultivo, sino afectar la calidad de las harinas generadas a partir de sus granos y, por ende, afectar la salud de la población. Las principales enfermedades del trigo en nuestro país son de origen fúngico, destacando las royas (amarilla y anaranjada) y la mancha amarilla, que pueden causar pérdidas de rendimiento de entre el 20% y el 70%. La roya amarilla (*Puccinia striiformis*) genera mayores pérdidas en general, mientras que la mancha anaranjada (*Pyrenophora tritici-repentis*) afecta el índice de área foliar y reduce, en consecuencia, el peso del grano. Los bioinsumos agrícolas son productos de origen biológico (micro y macroorganismos, extractos vegetales, entre otros) utilizados para mejorar la productividad, nutrir a los cultivos y protegerlos de plagas y enfermedades de forma sostenible. Por su parte, los bioestimulantes agrícolas son sustancias o microorganismos aplicados a los cultivos o al suelo que estimulan los procesos naturales de la planta. Pueden provenir de la elaboración artesanal o ser de origen comercial. Dentro de los de confección artesanal se utilizan comúnmente el silo de microorganismos (SM) y el supermagro (S), que consisten en la fermentación anaeróbica de una mezcla de microorganismos benéficos (SM) o estiércol fresco, restos vegetales, leche o suero y sales minerales (S). En el mercado se encuentran bioestimulantes tales como FFO[®], que consiste en una enmienda biológica líquida de fórmula desconocida. Los bioestimulantes mejoran la absorción de nutrientes, la eficiencia del uso de agua, la tolerancia al estrés (sequía, heladas, salinidad) y, en consecuencia, la calidad del producto cosechado. Por lo antedicho, la aplicación de bioestimulantes sería capaz también de reforzar la defensa de las plantas, aumentando su resistencia al estrés biótico (plagas, enfermedades), lo que resultaría en plantas más vigorosas, sanas y con mayor calidad. Sin embargo, hasta la fecha se dispone de pocos estudios al respecto. El objetivo de este trabajo consistió en evaluar el efecto de dos bioestimulantes sobre la calidad sanitaria de un cultivar de trigo sembrado en un lote productivo de la localidad de Zavalla (Santa Fe, Argentina), sometido a un manejo agroecológico. El ensayo se desarrolló en el Campo Experimental Villarino de la Facultad de Ciencias Agrarias. Se sembró trigo DM Pehuén el 09/06/25, con previa fertilización del suelo (7-40-0/S=9 Mg=10), siendo estos los únicos insumos añadidos en el lote. La siembra se realizó mediante un ensayo de parcelas de 2,4 m x 10 m, sembradas a una distancia de surco de 0,19 m en bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones. Se evaluó la sanidad del cultivo durante todo su ciclo productivo, mediante el registro periódico (7-10 días) de la incidencia ([n° hojas enfermas/n° hojas evaluadas]*100) y severidad (Σ [n° hojas en cada nivel de daño/n° total de hojas]). Para la evaluación de la severidad se usó la escala de Cobb modificada. En cada evaluación se tomaron 3 repeticiones de 10 plantas en cada estación de muestreo y se evaluó el total de las hojas presentes en el cultivo de acuerdo al estadio fenológico. Se observó la presencia de síntomas y signos a fin de identificar al agente causal de la enfermedad y se registraron de manera diferencial los parámetros de incidencia y severidad para cada tipo de enfermedad detectada: manchas foliares, royas y/o virus

(Uviedo *et al.*, 2022). Se evaluaron dos combinaciones de bioestimulantes y se incluyeron un control sin aplicación (T1), los bioestimulantes silo de microorganismos + supermagro (T2) y el bioestimulante comercial FFO® (T3). Ambos tratamientos de bioestimulantes fueron aplicados con un coadyuvante (Silwet®L). Al momento de la aplicación de los bioestimulantes se incorporaron otros dos controles: aplicación de agua estéril (T4) y aplicación también del coadyuvante disuelto en esa misma agua estéril (T5). Se realizaron dos aplicaciones de cada solución en un intervalo de 30 días (08/09 y 08/10). El 15/10, en estadio de grano lechoso, se evaluó el peso fresco y peso seco de 5 plantas de cada parcela y, al momento de madurez fisiológica, se cosecharon 12,6 m² para medir el peso de la totalidad de los granos cosechados y el peso de 1000 cariopses, a fin de realizar el cálculo de rendimiento. Por último, se midió la incidencia y frecuencia relativa de patógenos fúngicos asociados a los cariopses de cada parcela mediante patología de semillas por método indirecto en medio agar papa dextrosa en placas de Petri (n=200). Se incluyó, además, el registro indirecto del porcentaje de germinación a los 7 días de iniciado el ensayo. Los datos obtenidos fueron analizados a través de la herramienta Infostat realizando el test de normalidad en primer lugar. Para aquellas situaciones en las que los datos no respondieron a una distribución normal, el análisis estadístico para ver diferencias entre tratamientos se realizó mediante las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis. Para el caso en que la variable respondió a una distribución normal se realizó un análisis de la varianza con comparaciones LSD Fisher. Los resultados de las pruebas estadísticas presentaron diferencias significativas únicamente para la variable incidencia, donde T2 y T3 presentaron los menores valores de presencia de enfermedad (H=8,16; p=0,0272). Las variables severidad, peso fresco, peso seco, rendimiento, porcentaje de cariopses germinados, porcentaje de infección de cariopses y frecuencia relativa de géneros fúngicos no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Los patógenos fúngicos asociados a los cariopses fueron los géneros *Alternaria*, *Fusarium*, *Sclerotium*, *Nigrospora*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Bipolaris*, *Rhizoctonia*, *Epicoccum* y *Phomopsis*. En conclusión, la combinación de bioestimulantes evaluados en el presente trabajo resultó ser efectiva de manera preventiva, debido a que una vez que el patógeno logró penetrar en el hospedante (proceso que desencadena el ciclo patogénico con la subsiguiente aparición de síntomas y signos en la planta), no se observaron diferencias entre los tratamientos. Es decir, los bioestimulantes podrían estar actuando en los sistemas de defensa constitutivos de las plantas y una vez que el patógeno ingresa a la misma (Agrios, 2005), comienza el proceso de infección y estos no frenarían su avance. Queda pendiente para un futuro cercano la evaluación de estos bioestimulantes en otros ambientes y especies vegetales, así como el estudio de la interacción de estas sustancias en las vías metabólicas de defensa vegetal.

Bibliografía

UVIEDO, F., CACCHIARELLI, P., DI LEO, N., CAVALIERI, O., INCREMONA, M., PERUZZO, A., PIOLI, R. (2022) «Estudio sobre fenotipado de roya estriada de trigo (*Puccinia striiformis*) mediante evaluaciones en planta y por imágenes», XXIV Congreso y XLII Reunión Anual de la Sociedad Biología Rosario, Diciembre 2022, Rosario. Argentina: Sociedad de Biología de Rosario, 149.

AGRIOS, G.N. (2005) Plant pathology. Burlington: Elsevier Academic Press. 952 p.

Estudio preliminar sobre algunas características de la oferta de carne de cerdo en cadenas de supermercados de la ciudad de La Plata - Argentina

Pastorelli, Vanessa Rhodia S¹.; Mouteira, María Cecilia²; Tamburini, Verónica Claudia¹

¹ Cátedra de Zootecnia General. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata. ² Cátedra de Producción Animal I. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata
vrpastorelli@gmail.com

Durante el 2025, en la República Argentina se registró un consumo de proteínas animales (vacuna, aviar y porcina) de 113,8 kilos por habitante, unos 3,7 kilos más que en 2024. Dentro de este escenario, la carne porcina volvió a destacarse por su crecimiento sostenido, tanto en producción como en consumo, consolidando una tendencia que se profundiza desde hace más de dos décadas (Centro de Información de Actividades Porcinas - CIAP, 2026). Es así que el consumo de esta carne casi se ha duplicado en los últimos veinte años, alcanzando en 2025 un promedio por habitante de 18,9 kilos (Ministerio de Economía, 2026). El crecimiento del sector productivo porcino fue de un 7,5% interanual, sumado al impacto del encarecimiento de la carne vacuna, que transformó la dinámica del consumo de proteínas de origen animal de la Argentina hacia otras alternativas más competitivas como la carne de cerdo (CIAP, 2026). Ante esta situación, surge la necesidad de conocer las características de la oferta de la carne de cerdo a la que accede el consumidor de la ciudad de La Plata a través de las cadenas de supermercados. Para realizar este estudio, se utilizó como herramienta de recolección de información una planilla *ad hoc* direccionada a obtener una descripción de esta oferta de los comercios en distintos puntos de la ciudad. A tal fin, se relevaron seis cadenas de supermercados de las cuales una no disponía de carne de cerdo al momento de la visita. En las cinco restantes, se encontró con facilidad y en la totalidad de los comercios se disponía de cartelera de diversos tamaños y generalmente de color blanco con detalles en amarillo y/o rojo y tipografía en negro, con predominio de indicación de ofertas. Los espacios de exhibición, por autoservicio, estaban limpios, sin olores desagradables y las diferentes presentaciones se encontraron libres de líquidos tanto dentro como fuera de los envases. La carne a la venta era de producción nacional y además dos cadenas ofrecían cortes congelados sin hueso provenientes de Brasil. En cuanto a la oferta se hallaron 14 cortes diferentes, con un mínimo de cuatro y un máximo de once en los cinco mercados visitados. En referencia a la frecuencia de tipos de cortes con mayor presencia en góndola fueron: carré sin y con hueso, bondiola, pechito con y sin manta y solomillo. En cuanto a la temperatura de conservación se encontró que la oferta de cortes refrigerados era mayor que la congelada. Con respecto a la forma de envasado, tanto las carnes frescas como congeladas se presentaban envasadas al vacío o en bandejas de poliestireno cubiertas con *film* estirable. Se observó un predominio de las presentaciones envasadas al vacío tanto en la oferta refrigerada como congelada. La presentación de la carne porcina variaba según los cortes pudiéndose encontrar piezas enteras, en trozos o cortadas transversalmente con un espesor variable. En la Tabla 1 puede observarse de manera comparativa la forma de conservación, envasado y presentación de los cortes de carne de cerdo ofertados en los supermercados de cadena existentes en la ciudad.

Tabla 1. Formas de conservación, envasado y presentación de los cortes de carne de cerdo ofertados en supermercados de cadena en la Ciudad de La Plata .

Corte	Conservación	Envasado	Presentación
Bondiola	Refrigerado	En bandeja Al vacío	Entera, trozo o en rebanadas
	Congelado	En bolsa Al vacío	Entera o en trozo
Carré sin hueso	Refrigerado	En bandeja Al vacío	En trozo o en rebanadas
	Congelado	En bandeja	En trozo o en rebanadas
Carré con hueso	Refrigerado	En bandeja Al vacío	En trozo o en rebanadas
	Congelado	En bandeja	En trozo o en rebanadas
Solomillo	Refrigerado	En bandeja	Entero o en trozo
	Congelado	Al vacío	Entero o en trozo
Matambrito	Refrigerado	En bandeja Al vacío	Entero
Jamón	Refrigerado	En bandeja Al vacío	Entero o en rebanadas
	Congelado	En bandeja	Rebanado
Pechito	Refrigerado	En bandeja Al vacío	En tira
	Congelado	Al vacío	Entero
Pechito con manta	Refrigerado	En bandeja Al vacío	Entero o en tira
	Congelado	Al vacío	Entero
Churrasquito	Refrigerado	Al vacío	Entero
Costillas (<i>ribs</i>)	Refrigerado	Al vacío	Trozo
Paleta	Refrigerado	En bandeja	Rebanada
Codillo	Refrigerado	En bandeja	Rebanado
Patita	Refrigerado	En bandeja	Entera
Vacío	Congelado	Al vacío	Trozo

A partir de la información obtenida se pudo concluir que el abastecimiento de la carne de cerdo por parte de las cadenas de supermercados en la ciudad de La Plata es diversa en cuanto a cortes y formas de conservación y presentación, encontrándose un predominio de cortes de carne frescas sin hueso y envasados al vacío que se ajustan a la demanda del consumidor urbano actual.

Bibliografía

Centro de Información de Actividades Porcinas - CIAP (2026) Balance cárnico 2025: La carne porcina alcanzó su máximo histórico de consumo per cápita. Disponible en: <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Sipu/Noticias/Desarrollo-Noticias.jsp?not=8273#:~:text=De>

MINISTERIO DE ECONOMÍA. (2026) El sector porcino cerró el 2025 con récord de faena y consumo. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-sector-porcino-cerro-el-2025-con-record-de-faena-y-consumo>

Análisis de las dimensiones socioeconómicas del fraccionamiento artesanal de miel en la Provincia de Buenos Aires

Mouteira, María Cecilia¹; Paradela, Marcial²; Guardia López, Ariel²

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), ²Ministerio de Desarrollo Agrario- Dirección de Apicultura.

mouteiracecilia@yahoo.com.ar

El fraccionamiento es una estrategia utilizada para el agregado de valor de la miel. La provincia de Buenos Aires cuenta con la Resolución 150/2020, mediante la cual se propicia la normalización del funcionamiento de las Pequeñas Unidades Productivas de Alimentos Artesanales (PUPAAs) en el ámbito de la Dirección de Industrias y Productos Alimenticios, dependencia del Ministerio de Desarrollo Agrario. Estas entidades surgen como respuesta a la necesidad de que los productores de alimentos artesanales de la provincia de Buenos Aires se encuentren incluidos en estrategias de desarrollo económico y social, no sólo con el objetivo de promover la creación de fuentes laborales, sino también establecer un marco de formalidad que garantice la inocuidad de los productos. Las PUPAAs, como política provincial de apoyo para las economías populares, se encuentran orientadas al fortalecimiento del entramado productivo y a la creación de nuevos canales de comercialización, permitiendo que las mismas ejerzan una actividad económica justa. En los últimos años, el aumento del consumo interno de miel permite establecer un mercado interesante para el fraccionamiento artesanal y su comercialización en los lugares autorizados por las leyes provinciales u ordenanzas municipales (Manzoni *et al.*, 2019). Por ello, el presente trabajo fue orientado a describir los aspectos sociales y económicos de los fraccionadores artesanales de miel de la provincia de Buenos Aires, contribuyendo con información pertinente para el diagnóstico de las políticas implementadas. Para el relevamiento se empleó como instrumento de recolección de información una encuesta constituida por 18 preguntas abiertas, la que se desarrolló de forma on line mediante formulario Google Forms, durante el período 2024-2025, sobre un total de 26 PUPAAs en proceso de habilitación. Los establecimientos relevados se ubicaron en los partidos de Ayacucho, Bahía Blanca, Berisso, Bolívar, Brandsen, Campana, Chascomús, Chivilcoy, Esteban Echeverría, Exaltación de la Cruz, Florencio Varela, Gral. Pueyrredón, Hurlingham, Junín, La Plata, Lanús, Las Flores y Lobos. Los resultados fueron expresados en porcentaje para aplicar un análisis descriptivo. El nivel máximo de estudio alcanzado por los microemprendedores consultados fue: 37,5% contaban con estudios a nivel terciario, 31,25% universitario, 25% secundario y 6,25% primario. En cuanto a actividades complementarias a la del emprendimiento el 36% eran apicultores, 18% docentes, 18% empleados, 9% jubilados y 5% productores agropecuarios, habiendo un 14% de otras actividades (repartidor, trabajo a destajo, instructor, entre otros). El rango etario de los encuestados se encontró constituido por: 30-39 años 25%, 40-49 años 38%, 50-59 años 25% y 60-69 años 12%. En relación al número de hijos dependientes económicamente de la familia, se observó: 3 hijos en el 31% de las familias, 1 hijo en el 16%, 2 hijos en el 13% y 4 hijos en el 6%; además de un 34% de familias que no contaban con hijos bajo dependencia. En relación a la vivienda 63% tenía casa propia, 25% alquilada y 12% prestada. El 69% contaba con 1 vehículo y 31% con dos. El 75% de los microemprendedores contaba con una antigüedad en la producción de alimentos artesanales de 1-5 años y el 25% una antigüedad mayor a los 6 años. En relación a los productos elaborados o fraccionados en las PUPAAs analizadas, los resultados se observan en la tabla 1. Respecto de la forma de abastecimiento, el 79% hacían auto abastecimiento o producían sus propias materias primas y el 21% compraban la materia prima principal. En el caso particular de fraccionamiento de miel de producción propia, se preguntó sobre el número de colmenas: 31% tenían entre 10-50 colmenas, 23% entre 51-100, 31% 101-200 y 15% más de 201. Los lugares de venta de los productos artesanales se observan en la tabla 2.

Tabla 1: Productos elaborados o fraccionados en las PUPAAS (%)

Productos	%
Fraccionamiento de miel	65,7
Otros derivados apícolas: miel con panal, velas de cera de abeja, alfajores de miel, pasta de cacao a base de miel, miel especiada, frutos secos en miel, propóleos, polen, cera y jalea real	25,0
Frutos secos	5,2
Productos de repostería que no involucren miel	4,1

Tabla 2: Lugar de venta de los productos provenientes de las PUPAAS (%)

Lugares de venta de los productos artesanales	%
Directo consumidor	30
Almacén	9
Pollería/carnicería	7
Verdulería	9
Mercados	11
Autoservicio	5
Feria	25
Dietéticas	2
Comercio propio	2

Tabla 3: Aspiraciones futuras de los microemprendedores

<i>"Me gustaría que mi producto dé la vuelta al mundo"</i>
<i>"Llegar a más comercios y tener más productos. Polen, miel con frutos secos, propóleos, granolas"</i>
<i>"Amar un corredor apícola, frutales, aromáticas y tener mi propia sala para poder abastecer supermercados, dietéticas y demás en toda la provincia"</i>
<i>"Poder sostenerlo y crecer"</i>
<i>"Tener mayor capacidad de producción para abaratar costo y horas de trabajo y cubrir mejor la demanda"</i>
<i>"Envasar en forma mecánica, optimizando el proceso y logrando una calidad Premium"</i>
<i>"Poder aumentar la cantidad de colmenas y la producción para ampliar las ventas"</i>
<i>"Seguir evolucionando hacia una sala de fraccionamiento habilitada para ampliar el mercado y poder desarrollarnos como una empresa familiar"</i>

En la tabla 3 se exponen en forma textual algunas de las aspiraciones futuras de los microemprendedores encuestados. Si bien las PUPAA están dirigidas a la economía popular, el perfil de los microemprendedores encuestados presentó un capital social, educativo y operativo alto, ya que el 68,7% contaba con estudios superiores, 63% tenía casa propia y 100% poseía al menos un vehículo, un aspecto clave para la logística de distribución de los productos elaborados. Particularmente, considerando a los fraccionadores de miel de producción propia, el 46% tenía más de 101 colmenas, escala productiva de carácter no *hobbista*, en donde las PUPAA constituye una herramienta de agregado de valor a producciones a baja escala. En concordancia con el perfil de los microemprendedores y su nivel productivo, sus proyecciones se orientaron hacia la tecnificación, el acceso a mercados más exigentes y la expansión comercial. Es así, que la figura de la PUPAA en la provincia de Buenos Aires trasciende la asistencia a la economía popular, consolidándose como un instrumento estratégico que permite impulsar el crecimiento de unidades productivas con potencial competitivo.

Bibliografía

MANZONI, M.; AVILA ECHEVESTE, E.J.; FANTINI, M. (2019) Desafíos inter-institucionales: elaboración de alimentos a pequeña escala. Ediciones INTA, 185-196.

PROVINCIA DE BUENOS AIRES. (2020, 03 de diciembre). *Resolución Ministerial N° 150/20. Registro Provincial de Pequeñas Unidades Productivas de Alimentos Artesanales (PUPAAs)*. Ministerio de Desarrollo Agrario. <https://normas.gba.gob.ar/ar-b/resolucion/2020/150/220058>

Estructura Curricular y Oportunidades Co-curriculares: Percepción de Estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNLP

Mouteira, María Cecilia¹; Guardia López, Ariel, Pérez, Raúl

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

mouteiracecilia@yahoo.com.ar

La innovación curricular universitaria debe ser orientada a cubrir las necesidades del medio laboral en que se inserta, dando solución a los desafíos profesionales en acuerdo con los acontecimientos históricos coyunturales y de cambio tecnológico que puede presentar la sociedad. En este contexto, abordar las percepciones de los estudiantes constituye una herramienta de utilidad al momento de determinar las competencias adquiridas durante la formación profesional y sus perspectivas de inserción laboral futura. En Argentina, existen trabajos relacionados con esta temática, como el de Albaladejo et al. (2020) en Santa Fe, que contribuye con un análisis de la oferta profesional de la región, mientras que Civeira (2023) realiza un estudio sobre los actores públicos, privados y los medios de comunicación y como estos intervienen en los planes de estudio de la formación agropecuaria. En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue describir y comprender la percepción de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad de La Plata (UNLP) acerca de la estructura curricular, la coherencia formativa en relación a la demanda laboral y la oportunidad de desarrollo co-curricular. Para el relevamiento se empleó una encuesta *online* mediante el aula virtual de la unidad académica, administrada durante el año 2025. La muestra se encontró constituida por un total de 76 alumnos cursantes del 4º año de la carrera en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, cuyo rango etario se distribuyó en: 20-24 años (77%), 25-28 años (14%) y más de 28 años (9%). La encuesta se constituyó por 13 preguntas cerradas de respuesta múltiple con una escala de calificación numérica de 1 a 7, donde: 1 es “totalmente insatisfecho”, 2 “insatisfecho”, 3 “medianamente insatisfecho”, 4 “neutral/ni satisfecho ni insatisfecho”, 5 “medianamente satisfecho”, 6 “satisfecho”, 7 “totalmente satisfecho” y NS/NC “no sabe/no contesta”. Las variables estudiadas fueron divididas en dos dimensiones. La dimensión “Estructura Curricular y Coherencia Formativa” se constituyó por las subdimensiones: plan de estudio, perfil de egreso, pertinencia de la formación en relación a las demandas del medio laboral, formación ética en el plan de estudios, integración entre la formación teórica y práctica, oferta de cursos de formación general y oferta de cursos optativos de profundización. Por su parte, la dimensión “Oportunidades de Desarrollo Co-curricular” consideró las subdimensiones: pasantías disponibles, disponibilidad de talleres y actividades extraprogramáticas, posibilidad de participar en voluntariado o servicio comunitario, participación en charlas o debates de discusión pública y participación en proyectos de investigación. Los resultados de la frecuencia de aparición de las calificaciones se expresaron en porcentaje. Los resultados correspondientes a la dimensión de estructura Curricular y Coherencia Formativa se representaron en la tabla 1 y los de la dimensión “Oportunidades de Desarrollo Co-curricular” en la tabla 2. Como indicador de satisfacción global, se destacó la fidelidad institucional con un 90%, de los encuestados que elegirían la misma carrera en la misma universidad, si bien el 7% optaría por la misma carrera en otra institución. Al analizar la estructura curricular y coherencia formativa, el aspecto mejor valorado fue la oferta de cursos optativos, donde el 62% de los encuestados se manifestó como “satisfecho” o “totalmente satisfecho” (valores 6 y 7). Por su parte, en las oportunidades de desarrollo co-curricular las actividades destacadas fueron la posibilidad de participación en charlas, debates y actividades de discusión pública, con un 50% de estudiantes con grados de satisfacción alto (satisfecho y totalmente satisfecho) y la disponibilidad de pasantías con un 53% de participantes con alto grado de satisfacción (valores 6 y 7). Estos indicadores señalan que la carrera responde a las necesidades de especialización de los estudiantes, a la vez de ofrecer diversas actividades de vinculación con el medio.

Tabla 1: Dimensión Estructura Curricular y Coherencia Formativa (%)

Estructura Curricular y Coherencia Formativa								
Escala de calificación	1	2	3	4	5	6	7	NS/NC
Plan de estudios	0	3	4	14	33	32	14	0
Perfil egreso	0	0	1	7	14	16	14	47
Pertinencia laboral	1	3	4	9	12	21	16	35
Formación ética	0	3	4	20	29	26	18	0
Interacción teoría y práctica	1	4	11	22	30	20	12	0
Oferta cursos formación general	0	1	4	20	30	25	20	0
Oferta cursos optativos	3	4	7	5	13	32	30	7

Tabla 2: Dimensión Oportunidades de Desarrollo Co-curricular (%)

Oportunidades de Desarrollo Co-curricular								
Escala de calificación	1	2	3	4	5	6	7	NS/NC
Pasantías	0	3	5	14	13	31	22	12
Talleres y actividades extra programáticas	0	3	5	14	22	28	12	16
Actividades de voluntariado o servicio comunitario	3	3	8	14	17	14	9	32
Charlas, debates u otras actividades de discusión pública	0	5	4	11	14	24	26	16
Proyectos de investigación	1	4	5	12	20	14	20	24

La integración entre la formación teórica y práctica, concentro su mayor frecuencia en calificaciones neutrales y moderadas, con un 52% acumulado entre los valores de 4 y 5. Otros aspectos de importante que se desprende de los resultados fue la invisibilidad del perfil de egreso y la pertinencia de la formación en relación a las demandas del medio laboral, donde el 47% y el 35% de los encuestados, respectivamente, declaró no conocer o no contestó (NS/NC). En conclusión, la carrera de Ingeniería Agronómica de la UNLP presenta una estructura curricular valorada favorablemente en cuanto a la satisfacción de las necesidades de especialización, el ofrecimiento de actividades de vinculación laboral y la formación ética y general. Sin embargo, el estudio revela el desafío institucional de sociabilizar el perfil de egreso y su pertinencia laboral, así como profundizar los esfuerzos por una mayor integración teórico-práctica en los cursos obligatorios."

Bibliografía

ALBALADEJO, C., ARADAS, M.D., MARTINO, A.C., DE NICOLA, M. y ELVERDÍN, J.H. (2020) Caracterización laboral y sociológica de los ingenieros agrónomos del Sur de la Provincia de Santa Fe y análisis de sus percepciones acerca de su profesión y sus desafíos actuales. Informe técnico final. Cifase; INRAE; INTA; CONICET; UNLP; UNR. pp.57.

CIVEIRA, G. (2023) La formación agropecuaria en el nivel universitario en Argentina: su vinculación con los cambios en el sector tecnológico productivo en el marco del proceso de acreditación. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.

Estudio descriptivo sobre la comercialización de la carne aviar en supermercados de la ciudad de La Plata

Tamburini, Verónica Claudia^{1*}; Mouteira, María Cecilia²; Pastorelli, Vanessa Rhodia S¹.

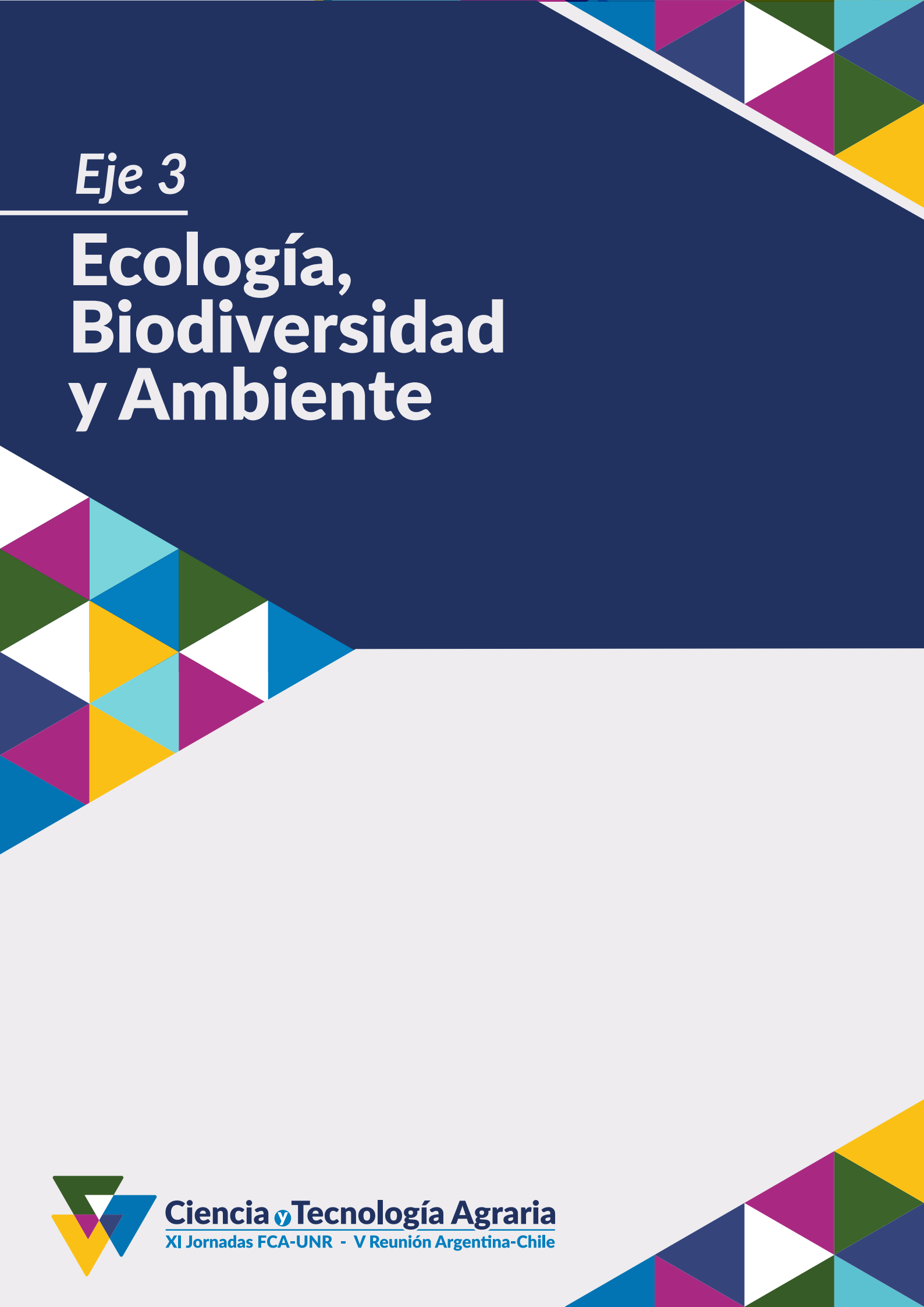
¹ Cátedra de Zootecnia General. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata. ² Cátedra de Producción Animal I. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata
verotamburini70@gmail.com

El sector avícola sigue creciendo e industrializándose en muchas partes del mundo debido al poderoso impulso del crecimiento demográfico, el aumento del poder adquisitivo y los procesos de urbanización (FAO, 2026). La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca del Ministerio de Economía de la Nación Argentina informó que, durante el 2025, la ingesta total de carnes en el país creció un 3,85% interanual, destacándose la carne aviar cuyo consumo *per cápita* anual aumentó de 46,25 kg en el 2024 a 47,68 kg en el 2025. Estos resultados reflejan una mayor diversificación de la ingesta de proteínas animales en la población consolidando una tendencia estructural en los últimos años (Ministerio de Economía, 2026). Por estas razones se presenta este trabajo cuyo objetivo fue analizar las características de la oferta de carne aviar, la presentación en góndola y las condiciones organolépticas (color, olor y ausencia de fluidos) en cadenas de supermercados de la ciudad de La Plata. Para sustentar este estudio se relevaron los principales supermercados (n=6) durante febrero y marzo del 2026. Se utilizó como herramienta una planilla *ad hoc* destinada a obtener una descripción cualitativa, es decir, las formas en que se ofrece la carne aviar al consumidor platense. Para ello se consideraron diversas variables. Con respecto al área de exposición de la carne se observó la limpieza, la visibilidad y la facilidad de acceso y la presencia de cartelera. En referencia a la carne expuesta se determinó la presencia de olores, de líquidos y de colores anormales. Para caracterizar las formas de presentación del producto se consideraron: los tipos de pieza o corte, la forma de conservación, el envasado y otras particularidades de la oferta. Durante la inspección visual del área de venta de carnes se constató que la totalidad de los establecimientos cumplía con estándares rigurosos de higiene. En cinco de ellos, el volumen ofertado permitió el fácil acceso a la carne de pollo. Adicionalmente, se halló cartelera de diferentes tamaños, que en la generalidad hacían referencia a ofertas semanales. En uno de los supermercados, esta destacaba una estrategia de segmentación por tamaño, donde el precio del pollo (entero o trozado) variaba según una escala numérica del 1 al 10, permitiendo una mayor precisión en la elección del consumidor ya que el valor 1 proviene de un pollo más liviano y económico y el tamaño 10, más pesado y de mayor valor. En todos los comercios relevados la carne aviar se encontraba correctamente presentada, libre de olores desagradables ni colores anormales, sin presencia de líquidos libres tanto dentro como por fuera de los envases. A partir de los datos recolectados, se pudo establecer una caracterización de la oferta de pollo, según su temperatura de conservación - fresco (F) o congelado (C) - y envasado - al vacío (AV), en bandeja (BA) o en bolsa (BO). La carne principal en todos los supermercados fue el pollo entero, el cual se ofrecía principalmente en dos modalidades: pollo entero con menudos que generalmente era comercializado en estado fresco (F), el pollo entero sin menudos, disponible tanto fresco (F) como congelado (C) y en dos de las cadenas relevadas se ofrecían presentaciones como el pollo entero dispuesto en forma plana mediante la técnica de corte por el esternón denominada tipo mariposa o rana, bajo la denominación de “pollo parrillero fresco” envasado en bandeja condimentado o sin condimentar. La oferta se amplió con piezas individuales permitiendo una compra más selectiva. Según el relevamiento, los trozados se dividían en: cuarto trasero, pata-muslo, muslo y pata por separado los cuales se encontraron tanto con piel como sin piel. Su presentación era variable: en bolsas a granel, bolsas impresas que hacían referencia a una marca en particular y en bandejas pudiendo contener entre 2 y 4 unidades. En cuanto a las supremas y pechugas se observó una fuerte presencia de supremas fileteadas envasadas al vacío (AV). Y, por último, las alas comercializadas en estado fresco

(F) en bolsas a granel y sólo disponibles en una boca de expendio. Un hallazgo distintivo fue encontrar sólo en dos supermercados la carne de pavita siendo su comercialización congelada y envasada en bolsas con marca comercial. La recopilación de información permitió concluir que la oferta de carne aviar en la ciudad de La Plata es diversa y se encuentra técnicamente bien segmentada. La convivencia de múltiples métodos de conservación (F, C, AV) y la variedad de cortes, desde el pollo entero tradicional hasta las supremas fileteadas al vacío, demuestran una industria adaptada a diferentes perfiles de consumidores. Asimismo, la inclusión de la pavita diversifica las opciones de proteína saludable para el habitante platense. Finalmente, tanto la limpieza observada en el área de carnes como las características organolépticas en ambos productos refuerza la confianza del consumidor en las cadenas de supermercados locales garantizando una compra segura y transparente.

Bibliografía

- FAO. (2026). Producción y Productos Avícolas. <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>
- MINISTERIO DE ECONOMÍA. (2026). Aumentó el consumo per cápita de carnes en Argentina durante 2025. Gobierno de la Nación Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/aumento-el-consumo-capita-de-carnes-en-argentina-durante-2025>



Eje 3

Ecología, Biodiversidad y Ambiente



Ciencia y Tecnología Agraria
XI Jornadas FCA-UNR - V Reunión Argentina-Chile

Relación entre la abundancia de polinizadores y la oferta de polen en dos localidades contrastantes del centro bonaerense

Bastien, Evangelina; Frígoli, Leandro; Bruno, Maria Sofia.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Cuenca del Salado, AER Azul.

bastien.evangelina@inta.gob.ar

La diversidad y abundancia de insectos polinizadores constituyen indicadores fundamentales del estado ecológico de los agroecosistemas y ambientes rurales (Collantes et al., 2023). La estructura de estas comunidades de artrópodos está condicionada por la oferta de recursos florales y la configuración del paisaje. El objetivo de este trabajo fue analizar la diversidad y abundancia de insectos polinizadores como indicadores del estado ecológico de agroecosistemas en dos ambientes contrastantes, Cachari (L1, norte) y Pablo Acosta (L2, sur), del partido de Azul (Buenos Aires), así como también determinar el origen botánico de las cargas polínicas y evaluar su relación con la estructura de las comunidades de polinizadores. L1 comprendió aproximadamente 3 ha de superficie productiva, mientras que L2 correspondió a un camino rural cedido y cerrado, con cobertura vegetal espontánea de extensión comparable. En cada ambiente se instalaron tres trampas de caída, según protocolo (Fracassi et al., 2025). Estas consistieron en tripletes, de vasos plásticos de 150 ml de capacidad, de diferentes colores (blanco, azul y amarillo), conteniendo 50 ml de agua con detergente a fin de reducir la tensión superficial y facilitar la captura de artrópodos. Las trampas fueron instaladas en primavera, ubicadas a 100 m del apiario y separadas a 50 m entre sí, para garantizar un muestreo espacial sistémico y representativo de cada ambiente.

Luego de treinta horas se extrajeron las trampas y los insectos colectados fueron procesados en laboratorio para su identificación taxonómica a nivel de orden. Solo fueron considerados polinizadores los órdenes: Coleóptera, Himenóptera, Diptera. La diversidad biológica se estimó mediante el índice de Shannon-Weaver. En paralelo, para determinar el origen botánico de las cargas polínicas, se tomaron muestras de mieles cosechadas durante la temporada (2025-2026) en los dos ambientes. Se utilizó una muestra de miel para L1 y otra para L2, ambas de 1 Kg. El análisis melisopalínológico integral se realizó mediante el método de Louveaux et al. (1978).

En total se recolectaron 236 individuos, mediante trampas y muestreos estandarizados. La abundancia resultó similar en ambos sitios, de los cuales 121 individuos (51,3%) correspondieron a L1, mientras que 115 individuos (48,7%) en L2. Para este último, el orden Himenóptera resultó claramente dominante (80 % de los individuos registrados), seguido por Diptera (16%) y Coleóptera (alrededor del 4 %). De este modo la distribución fue de 0,605. En contraste L1 presentó una estructura diferente, con predominio de Diptera (72 %) de los registros, mientras que Himenóptera (26 %) y Coleóptera (2 %), presentando de este modo una distribución más equilibrada alcanzando un índice de 0.678. La estructura de la comunidad de insectos se asoció estrechamente con la composición de los taxones polínicos. En este sentido, L2 presentó un origen Monoflora de *Lotus* sp. (78,7%), lo que sugiere una oferta de recursos simplificada; En contraste, la muestra L1 fue dictaminada como Multiflora, con una distribución más heterogénea entre *Eucalyptus* sp. (49,7%), *Lotus* sp. (38,6%) y aportes adicionales de Lamiaceae y Asteraceae.

En conclusión, el relevamiento estival de polinizadores evidenció de manera preliminar que los ambientes con una oferta polínica diversificada (multiflorales) sostienen comunidades de polinizadores más equilibradas, en contraste con aquellos dominados por especies monoflorales, donde se favorece la dominancia de grupos específicos y se reduce la equidad del sistema. Estos hallazgos destacan la importancia de realizar estudios a largo plazo que permitan evaluar variaciones estacionales en la estructura de las comunidades de polinizadores.

Bibliografía

Collantes, R. D., Ruth Del Cid, A., Santos-Murgas, A., & Atencio, R. (2023). Importancia de los insectos polinizadores en la sostenibilidad de los agroecosistemas productivos. *Revista Semilla del Este*, 3(2), 8-26.

Fracassi, N. G., Poggio, S. L., Nanni, A. S., Fritz, F. G., Calamari, N. C., Suárez, R. P., & Marino, G. (2025) Gestión de la biodiversidad en los agroecosistemas: desafíos y estrategias para su implementación. 1a. ed. CREA. 50–55, ISBN 978-987-1513-33-8.

Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1978). Methods of Melissopalynology. *Bee World*, 59(4), 139-157.

Microplásticos en suelos vitivinícolas del valle del Itata: abundancia, distribución en el perfil edáfico, composición polimérica y relación con manejo y proximidad urbana

Cerda-Moraga, Claudia¹⁻²; Paredes, Katherine¹⁻²; Pascual, Guillermo¹; Schoebitz, Mauricio³; López-Belchí, María Dolores¹⁻²

¹ Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Concepción 4030000, Chile.

² Laboratorio de Bioactivos e Ingredientes Vegetales (BIOINVE), Centro de Biotecnología, Universidad de Concepción, Concepción 4030000, Chile. ³ Departamento de Suelos y Recursos Naturales, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Concepción 4030000, Chile.

ccerdam@udec.cl

Los microplásticos (MPs) han sido reconocidos recientemente como contaminantes emergentes en sistemas agrícolas, donde pueden modificar propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, incidiendo en la estabilización de la estructura, la retención de agua y la actividad microbiana (Rillig, 2012; de Souza Machado et al., 2018). En sistemas vitivinícolas, estas alteraciones adquieren particular relevancia, ya que las propiedades edáficas influyen directamente en el desarrollo del viñedo y en la calidad de la uva destinada a la elaboración de vino. Diversos estudios han señalado que la acumulación de MPs en suelos agrícolas está asociada tanto a prácticas agronómicas, tales como el uso de plásticos agrícolas, compost o biosólidos, como a fuentes externas de origen urbano, generando gradientes espaciales de contaminación en función de su proximidad (Nizzetto et al., 2016). En este contexto, el Valle del Itata, uno de los territorios vitivinícolas más antiguos de Chile, constituye un sistema representativo para evaluar la abundancia y el patrón de presencia de MPs entre dos estratos del perfil edáfico, considerando distintos manejos agronómicos y gradientes de proximidad urbana. El estudio se desarrolló en cuatro localidades representativas del valle (Portezuelo, Chillán, Coelemu y Quillón), considerando sitios con manejo convencional u orgánico y distinta distancia al centro urbano más cercano (CH1: 3,5 km; P2: ~39 km; Q1: ~56 km; C1: ~63 km). Se recolectaron muestras de suelo en dos profundidades: topsoil (0–30 cm) y subsoil (30–60 cm). Los MPs fueron extraídos mediante separación física, observados con lupa estereoscópica y posteriormente caracterizados mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) para confirmar su composición polimérica. La abundancia de MPs fue evaluada mediante un análisis descriptivo, considerando los rangos por profundidad y la tendencia central representada en los boxplots. Los valores oscilaron entre 782 y 1.196 p kg⁻¹ de suelo seco en topsoil y entre 378 y 572 p kg⁻¹ de suelo seco en subsoil, evidenciando mayor abundancia en la capa superficial en todas las localidades estudiadas (Figura 1). El sitio con mayor proximidad urbana (CH1: 3,5 km) presentó concentraciones de MPs entre un 15% y 50% superiores en comparación con los sitios más alejados. En la Figura 2, la recta de ajuste lineal muestra una tendencia descriptiva negativa entre la distancia al centro urbano y la abundancia de MPs, mientras que la franja gris representa el intervalo de confianza del ajuste. Asimismo, en este conjunto de sitios, los sistemas bajo manejo orgánico tendieron a mostrar un patrón más homogéneo entre profundidades, mientras que los manejos convencionales presentaron mayor acumulación y variabilidad en topsoil. En cuanto a la composición polimérica, la identificación por FTIR permitió diferenciar tipos de polímeros presentes en los MPs recuperados. En los sitios de manejo convencional se observó mayor variedad de polímeros, incluyendo co-polímero de etileno-acrilato de etilo (EEA) y polietileno de alta y baja densidad (HDPE y LDPE). Esta mayor diversidad polimérica se interpreta de forma exploratoria como una señal de heterogeneidad en los materiales plásticos presentes, sin atribuir un origen específico a cada polímero ni establecer una relación causal directa con la distancia urbana. En conjunto, estos resultados indican que la mayor abundancia de MPs se concentra en topsoil y en el sitio más cercano a la zona urbana. Este patrón es compatible con aportes superficiales y mecanismos de redistribución asociados a

actividades antrópicas, incluyendo mecanismos como la depositación atmosférica, aunque el origen específico de las partículas no puede ser asignado con la información disponible. La menor abundancia en subsoil sugiere una transferencia limitada entre los dos estratos evaluados (0–30 y 30–60 cm), interpretación que debe ser complementada con la clasificación taxonómica del suelo y con una caracterización más fina del perfil edáfico. Estos hallazgos contribuyen a comprender la dinámica de los MPs en sistemas vitivinícolas y destacan la influencia conjunta del manejo agrícola y del contexto territorial en su distribución espacial.

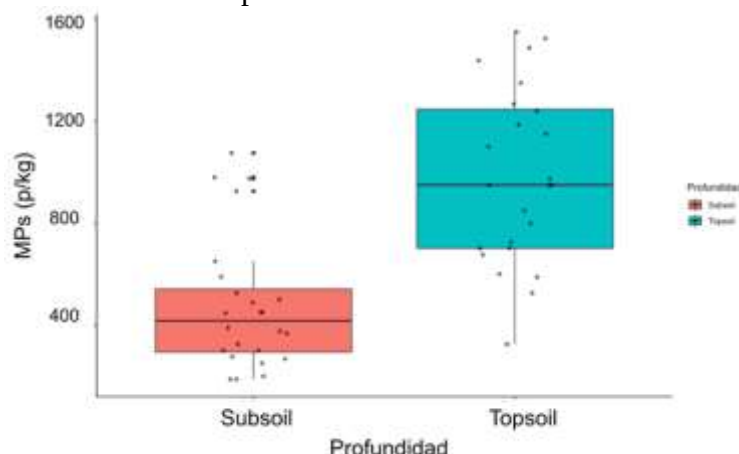


Figura 1. Abundancia de MPs según profundidad del suelo. El boxplot resume mediana, rango intercuartílico y valores observados para los puntos evaluados.

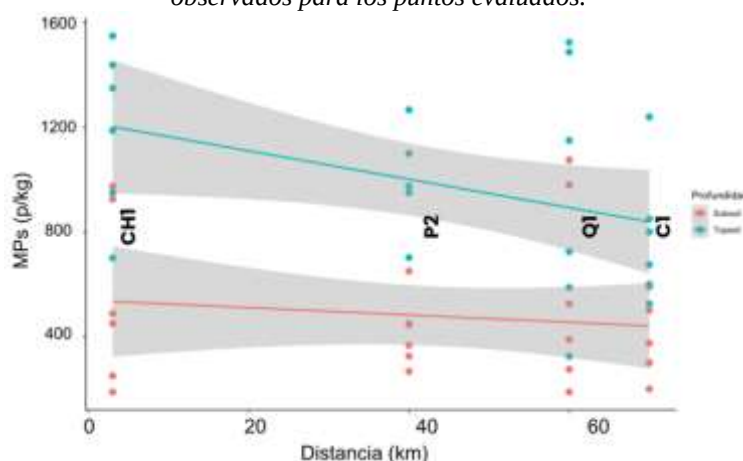


Figura 2. Relación descriptiva entre la abundancia de MPs y la distancia al centro urbano más cercano. Distancias aproximadas: CH1 = 3,5 km; P2 ≈ 39 km; Q1 ≈ 56 km; C1 ≈ 63 km. Las rectas representan ajustes lineales por profundidad y las franjas grises indican el intervalo de confianza.

Bibliografía

de Souza Machado, A. A., Kloas, W., Zarfl, C., Hempel, S., & Rillig, M. C. (2018). Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems. *Global Change Biology*, 24(4), 1405–1416. <https://doi.org/10.1111/gcb.14020>

Klaus, J., Seeger, M., Bigalke, M., & Weber, C. J. (2024). Microplastics in vineyard soils: First insights from plastic-intensive viticulture systems. *Science of the Total Environment*, 947, 174699. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174699>

Nizzetto, L., Futter, M., & Langaas, S. (2016). Are agricultural soils dumps for microplastics of urban origin? *Environmental Science & Technology*, 50(20), 10777–10779. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04140>

Rillig, M. C. (2012). Microplastic in terrestrial ecosystems and the soil? *Environmental Science & Technology*, 46(12), 6453–6454. <https://doi.org/10.1021/es302011r>

Comunidad funcional de artrópodos en sitios con intervención antrópica en la Rivera del Arroyo Ludueña

Fernandez, Gabriela¹, Canepa, María², Mestre Diego³

¹Catedra de Zoología Agrícola, ²Cátedra de Invertebrados, Facultad de Ciencias Agrarias, ³Catedra topografía avanzada, escuela de agrimensura, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

gabyelisabethfer@gmail.com; dmestre@fceia.unr.edu.ar.

Las cuencas Hidrográfica son unidades físicas que deben ser gestionadas en su utilización en post de un bien común; conservar la biodiversidad y permitir un uso sostenido de los recursos naturales (Aumassane, 2023). La cuenca del Arroyo Ludueña, al sur de la provincia de Santa Fe, atraviesa distintos distritos en sus 484 km². Es una cuenca hidrográfica, con cuerpo de agua del tipo lotico, la cual presenta humedales asociados (Biasatti, 2015) y fue intervenida con obras de infraestructura que modificaron la dinámica de los humedales, siendo estos un ecosistema que depende de inundaciones someras o de condiciones de saturación constante o recurrente de la superficie. Los humedales son Proveedores de bienes y servicios a la sociedad según sus características y procesos que intervienen en ellos. Particularmente su flora está asociada a la diversidad de insectos, siendo fuente de alimento, refugio de depredadores y parasitoides. Esta diversidad de especie confluye en múltiples funciones ecosistémicas como por ejemplo el control biológico (Stenberg et al., 2021), la fragmentación y descomposición de la materia orgánica. La diversidad de especies de artrópodos presentes en una comunidad es un buen indicador de un equilibrio ecosistémico (Montero, 2008). Sobre la cuenca del arroyo Ludueña coexisten diversas producciones agrícolas, industriales, etc., que han modificado el paisaje natural y posiblemente contribuido a cambios en la presencia de artrópodos, por ende, a servicios ecosistémicos brindados por la macrofauna edáfica. Creemos necesario relevar la misma en distintos puntos del cauce donde se encuentran estas producciones, para observar esas variaciones en la comunidad de artrópodos como posibles indicadores biológicos de estos cambios. El experimento se llevó a cabo en la ribera del Arroyo Ludueña del departamento Rosario, en cuatro sitios con diferentes intervenciones antrópicas productivas, 1) Reserva San Jorge (RS), 2) Relleno sanitario (RS), 3) Campo de agricultura extensiva (CA) y 4) Huerta del Bosque (HB). La Reserva San Jorge se tomó como testigo. Se colocaron trampas de caída para la recolección de artrópodos georreferenciadas en el mes de noviembre del 2024, utilizando el marco de referencia geodésico oficial de la República Argentina, POSGAR 07 en noviembre del 2024. Cada sitio tuvo tres transecta paralelas de 30 mt cada una y distanciadas a 10 mt; sobre cada transecta se colocaron tres trampas (diámetro: 10 cm, profundidad: 12 cm) separadas 10 mt, con un total de 9 trampas por sitio. Cada trampa con 400 ml de agua, 2% de detergente y 10% de ClNa para su conservación estuvo en el campo durante 7 días. Los individuos capturados en las mismas fueron acondicionados en alcohol 70% para la observación y determinación en el laboratorio. En gabinete se clasificaron los artrópodos con lupa binocular, claves dicotómicas y bibliografía hasta nivel de familia, especie o morfo especies. Se registró la abundancia (N) y la riqueza (S) de artrópodos, luego se agruparon según su grupo funcional en detritívoros (Det), fitófagos (Fit), saprófagos (Sap) y predadores (Pre). Se calculó la diversidad α (H) (índice H' de Shannon-Weaver), Equitatividad (E), índice de Simson (D), Complementariedad (1-D) del total de artrópodos para cada sitio. Se realizaron análisis de varianza multivariada para abundancia y grupos funcionales, se utilizó el test de Hotelling corregida por la desigualdad de Bonferroni para comparaciones de medias entre grupos. y análisis descriptivos utilizando componentes principales. Los análisis se realizaron a través del programa InfoStat, (versión 2020). Se capturaron 4854 individuos en total, agrupados en 10 órdenes, 25 familias y 56 especies /morfoespecies entre todos los sitios observados. *Armadillium vulgare* fue la especie con mayor abundancia con 4296 individuos observados en los tres sitios, seguidas de Lycosidae con 172 y el orden Blattodea (familias Battellidae, Blatidae y Blaveridae) con 93 individuos. Existe diferencias

estadísticas significativas en la abundancia de artrópodos totales entre sitios, el de mayor cantidad de artrópodos/sitio/semana fue Huerta del Bosque (HB), con un total de 4426 individuos en comparación con 134, 168, y 127 individuos /sitio/semana en RSJ, RS y CA respectivamente. El índice de riqueza de especie calculada (S) fue de 38 para RSJ, y 32 para RS. RSJ presenta mayor índice de D con un valor de 0,91 con respecto a los demás sitios. Existe diferencia significativa entre los sitios por la conformación de comunidad según grupos funcionales con $p=0,004$ (Tabla 1). La HB y RS son similares en la conformación de su comunidad con respecto a los grupos funcionales. El análisis de componente principal para grupo funcional generó como resultado dos componentes principales con el 85,36% de variabilidad de los datos obtenidos. La Cp1 tiene una alta correlación positiva con los saprófagos (96%) y una alta correlación negativa (78%) con los depredadores. La Cp2 tiene una alta correlación (89%) con depredadores. Los sitios gráficamente ocuparon tres cuadrantes, HB se ubicó en aquel donde la variable que más lo explica son los detritívoros, CA, en otro donde la variable incidente es el grupo de saprófagos y RSJ y RS comparten el mismo cuadrante siendo explicadas por la correlación negativa con depredadores y fitófagos. (datos no mostrados). Los distintos tipos de intervención antrópica en el uso del suelo en la ribera del Arroyo Ludueña generan una diferencia en la estructura de la comunidad de artrópodos afectando la abundancia, composición de especies y grupos funcionales. La intervención del hábitat por sustitución de flora nativa por cultivos altera la macro fauna edáfica, podrá posicionar a este grupo como indicadores biológicos eficaces de dichos efectos.

Tabla 1. Ubicación geográfica, abundancia riqueza y grupos funcionales en la ribera del Arroyo Ludueña, Provincia de Santa Fe, 2024

Sitios	Georreferenciación	Abundancia (N)	Riqueza específica (S)	Grupos Funcionales				
				Depredadores	saprófagos	Detritívoros	Fitófagos	
RSJ	Lat.-329.522.680; Long.-607.919.520	134 B	28	7,88	0,88	9,25	2,88	B
RS	Lat.-329.841.469; Long.-608.058.920	168 B	32	8,78	2,22	478,56	2,22	AB
CA	Lat.-330128115; Long -608.073.715	127 B	22	6,89	3,67	2,78	0,44	B
HB	Lat.-329.060.196; - Long -607.101.631	4426 A	38	12,44	0	0,33	1,89	A
p-valor		0,0004			0,001			

Letras distintas indica diferencias estadísticas significativas. ($p < 0,05$) Test de Hotelling.

Bibliografía:

AUMASSANE, C.M., & GASPARI, F.J. (2023). Conceptos para manejo integrado de cuencas. caso de estudio: Río Colorado, Argentina. Boletín geográfico. 45, <https://revele.uncoma.edu.ar/index.php/geografia/article/view/4489>.

BIASSATTI, N. (2015). Las eco-regiones. Su conservación y las áreas naturales protegidas de la provincia de Santa Fe. Ministerio de ambiente de la Provincia de Santa Fe. Capítulo 1.1." Breve reseña retrospectiva acerca de la evolución del territorio en relación a sus eco-regiones".

MONTERO, G. A. (2008). Comunidades de artrópodos en vegetación de áreas no cultivadas del sudeste de Santa Fe. MSc Tesis. Maestría en Manejo y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Zavalla, Argentina.

STENBERG, J.A., SUNDH, I., BECHER, P.G., BJÖRKMAN, C., DUBEY, M., EGAN, P.A., FRIBERG, H., GIL, J.F., JENSEN, D.F., JONSSON, M., KARLSSON, M., KHALIL, S., NINKOVIC, V., DIAMANN, G., VETUKURI, R.R., & VIKETOFT, M. (2021) When is it biological control? A framework of definitions, mechanisms, and classifications. Journal of Pest Science, 94, 665-676. DOI: 10.1007/s10340-021-01354- 7.

Epistemología y metodología del pensamiento transdisciplinario. Informe final

Elvio Galati

Epistemología y Metodología de la Investigación Científica. Licenciatura en Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

elviogalati@gmail.com

La idea de este trabajo es informar los resultados finales del proyecto de investigación que dirijo: “Lineamientos epistemológicos y metodológicos del pensamiento transdisciplinario”, radicado en la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR). El objetivo del proyecto ha sido hacer investigación científica el pensamiento transdisciplinario de Basarab Nicolescu (1996). Hubo una relación constante con la Diplomatura de Pregrado en Transición Agroecológica (DIPLOTAE) de la FCA de la UNR. También se lo relaciona con la Organología (Galati, 2024), que es la nueva manera compleja de investigar científicamente y nuestro marco teórico. Comprende la investigación en sus dimensiones: filosófica, gnoseológica, epistemológica, metodológica, técnica, política, ética, universitaria y crítica. Otro objetivo fue la relación con la inteligencia artificial (IA). La metodología de este informe es el ensayo epistemológico, episodios autobiográficos y la comparación con otro proyecto de investigación concluido sobre medicalización de la infancia (Galati, 2020). Las fuentes son los distintos documentos que comunican los resultados de la investigación. La idea central de este trabajo es que el proyecto de investigación logró encontrar emergentes transdisciplinares en la ciencia. Cuantitativamente, hay: una disertación sobre investigación; dos exposiciones en un congreso de agroecología; tres ponencias en jornadas de metodología; dos exposiciones de resultados; cuatro exposiciones sobre epistemología. Logramos 4 (cuatro) artículos científicos y 2 (dos) libros. Y hay otro libro en preparación. En cuanto a las ideas logradas: + la interdisciplinariedad es más libre que la transdisciplinariedad en la versión de Nicolescu, toda una estructura. Siempre se alude a la clásica bomba atómica como una consecuencia perjudicial de una ciencia ciega, pero la desmanicomialización es la respuesta al fracaso de la Medicina organicista, biologicista, como las ciencias ambientales al de la Revolución Verde. + surgieron disparadores del transdisciplinar, preguntas para introducirse en lo transdisciplinario. + surgieron emergentes transdisciplinares inductivamente a partir de los Proyectos de Intervención Territorial (PIT) de la cohorte 2022 de la DIPLOTAE como: participación, diagnóstico/control/evaluación, comunicación por imágenes, cuidado, género, recuperar/regenerar/reparar, alternativa/rotación, ideal. Se recuperan saberes antiguos, locales. Se prevé la relación de un predio productivo con una escuela. Las comunidades de aprendizajes autónomas y solidarias, abiertas a productores, académicos, políticos, científicos y ciudadanos en general, son un crisol de conocimientos agroecológicos e intercambio de experiencias. + en la “auto-eco-biografía” se conectan los niveles de análisis individuales que implica un estudio autobiográfico, con los datos de la época en que el sujeto se autobiografía. + Nicolescu habla del tercio incluso, aquel que contraría al tercio excluido de la lógica clásica según el cual o algo es verdadero o algo es falso, pero no hay una tercera posibilidad. La transición agroecológica llama a la convivencia paradigmática, invitando a la transición. + se convierte la triangulación teórica en articulación teórica, gracias al tamiz del pensamiento complejo (Morin, 2005). La articulación teórica también aumenta el número de interpretaciones. Distintas teorías pueden contemplar distintos niveles de realidad, cada uno con sus métodos y fuentes de datos. Las relaciones entre teorías pueden hacer surgir emergentes. + nace la Organología, como nueva filosofía de la ciencia. + la licenciatura en recursos naturales tiene una impronta biologicista que no es compatible con los actuales estudios en ciencias ambientales. La transdisciplinariedad permite tomar lo no-científico, saberes no oficiales y articular disciplinas para comprender el ambiente. + se esbozan algunas ideas de cómo ver el transdisciplinar en la ciencia. Hay que leer entre disciplinas para captar lo que no se explicita. En todas las ciencias hay un nivel de permanencia y otro de variabilidad. La noción de niveles de realidad ayuda a superar los obstáculos

epistemológicos. También la ciencia tiene de profesión. + la transdisciplinología tiene cuatro niveles: a) el estudio de los trabajos sobre transdisciplinariedad o saberes transdisciplinarios; b) la relación de la Organología con la transdisciplinariedad, la conciencia de la actividad científica articuladora en un marco organológico y la transición de los caracteres transdisciplinarios de la investigación científica hacia la Organología; c) el estudio de los programas transdisciplinarios (Lakatos); y d) los caracteres transdisciplinarios de la investigación científica. Se incorpora un cruce entre Organología (Galati, 2024) e IA en la ciencia, que lleva a pesimismo tecnológico moderado. + indicadores de pensamiento complejo son: sistema, sujeto, multidimensionalidad, diversidad, política, incertidumbre, filosofía, *praxis*, historia, ética y lo local y lo global. Indicadores de pensamiento transdisciplinario son: saberes o conocimientos, articuladores, articulaciones, niveles, infraestructura de integración, pedagogía. Dice un diplomando: “en un contexto global de concentración de tierras y dependencia de insumos externos, la agricultura familiar constituye una alternativa emancipadora frente al agronegocio y sus impactos ambientales”. En cuanto a la forma de trabajo del equipo, las propuestas del proyecto sobre transdisciplinariedad surgían o del director o de la co-directora, quienes conversaban y se ponían de acuerdo para luego ofrecer al grupo entero la invitación. En casi todos los trabajos el director planteaba un escrito que, cumpliendo las reglas de la jornada en cuestión, se presentaba al grupo para su discusión, corrección y aportes. Este grupo tuvo un comienzo con mucha intensidad de trabajo y al finalizar, diversas circunstancias llevaron a que la producción merme. En el balance, el resultado fue altamente positivo y la producción así lo demuestra. Sí veo como una debilidad el hecho de que no hayamos podido interactuar con los diplomandos en transición agroecológica. Sí estuvo su palabra escrita, muy clara y elocuente. Una fortaleza ha sido la buena predisposición de los integrantes del proyecto. Un punto de debate que tocó las raíces de modelos distintos fue el de la ética de la investigación científica. Yo tenía la impronta formalista de la necesidad de un consentimiento informado por escrito para trabajar con los PIT de los diplomandos. La co-directora no estaba de acuerdo. En mi pc constan dados por los diplomandos a través de un correo electrónico. Sí, hubo trabajo transdisciplinar, en tanto hay ideas que trascienden las disciplinas y pueden aprovecharse en todas las ciencias, al menos las sociales y naturales. También porque se reconocieron las ideas de la transdisciplinariedad de Nicolescu en los PIT y porque surgieron ideas sobre investigación científica transdisciplinarias. En el proyecto sobre medicalización de la infancia (en adelante, 2016), hubo una convocatoria abierta, mientras que en el de transdisciplinariedad (en adelante, 2023), se convocó por afinidad. En el 2016 se encaró un libro colectivo y en 2023 no. Había disimilitudes de ambientes. En ambos trabajos luchamos contra gigantes, la industria farmacéutica en uno y la industria agroquímica en el otro. En el 2023 había una co-directora y no dirigí tan solo como en 2016. La investigación de 2016 comenzó individualmente, planificándola, siguió colectivamente en su desarrollo y terminó semi-colectivamente con los capítulos individuales en un libro colectivo. En 2023 la planificación comenzó a partir de una propuesta mía, pero fue conjunta, siguió un desarrollo colectivo, y terminará individualmente con este trabajo y un libro sobre transdisciplinología de autoría individual.

Bibliografía:

GALATI, E. (Ed.) (2020) *La complejidad de la medicalización de la infancia*. CABA: Teseo.

GALATI, E. (2024) *Organología, o la nueva organización de la investigación. Lineamientos epistemológicos y metodológicos del pensamiento complejo*. Rosario: UNR Editora.

MORIN, E. (2005) *Introducción al pensamiento complejo*, trad. de Marcelo Pakman. Barcelona: Gedisa.

NICOLESCU, B. (1996) *La transdisciplinarité. Manifeste*. Monaco: du Rocher.

Evaluación de secretomas de hongos poliporoides para la degradación de los herbicidas 2,4-D y Atrazina.

González, Mora¹; Permingeat, Hugo^{1,2}; Perotti, Valeria^{1,2}

¹ Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Rosario (FCA-UNR). ² Instituto de Investigaciones de Ciencias Agrarias de Rosario (IICAR-CONICET)

valeria.perotti@unr.edu.ar

Desde el punto de vista biológico, los hongos poliporoides desempeñan un papel importante en la naturaleza, pues muchos de ellos descomponen la madera de árboles vivos o muertos, y de esta manera participan en los ciclos biogeoquímicos de algunos elementos como carbono, oxígeno y nitrógeno, al reciclar nutrientes al suelo. Dentro de este grupo, los hongos de la podredumbre blanca (PB) son reconocidos como los microorganismos más activos capaces de degradar la lignina, existiendo gran variabilidad con respecto a su capacidad de degradación y su especificidad en los compuestos de la pared celular, mostrada en las diferentes especies y también dentro de las distintas cepas (Akin, 2007). Estos hongos son capaces de producir y secretar enzimas como lignina peroxidasa (LiP), manganeso peroxidasa (MnP) y lacasa (Lac), tres de las principales enzimas asociadas con la ligninólisis.

Por otra parte, la agricultura convencional se caracteriza por la generación de pasivos ambientales a escala global. En reiteradas ocasiones los fitosanitarios usados permanecen en el ambiente demandando soluciones eficientes para su remoción. En particular, el herbicida ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) es ampliamente usado en todo el mundo, incluyendo los sistemas agrícolas de Argentina. Por sus efectos para la salud humana y el ambiente, este herbicida, y los productos de su descomposición, merecen atención. Asimismo, la atrazina también es un herbicida problemático desde el punto de vista ambiental, dada su toxicidad y su alto poder residual.

Los hongos de la PB emergen como una alternativa biotecnológica prometedora para la biorremediación, ya que su sistema enzimático ligninolítico extracelular es inespecífico, y capaz de oxidar xenobióticos que comparten similitudes estructurales con la lignina (Serbent *et al.*, 2019).

En este sentido, el objetivo de nuestro trabajo fue evaluar la tolerancia y la actividad degradativa sobre los herbicidas 2,4D y la atrazina de cinco secretomas fúngicos diferentes, obtenidos a partir del cultivo en medio líquido de cepas aisladas de *Pycnoporus sanguineus* cepa C1, *Corioloopsis gallica* cepa C2. Cepas C3, C4 y C5 probablemente se trate de *Pycnoporus sanguineus*, *Mucor circinelloides* y *Trichoderma harzianum* respectivamente.

Se evaluó el crecimiento de las cepas tanto en medio sólido (APG) como en medio líquido (YPD) frente a dosis máximas de atrazina y 2,4-D (800 mg/L y 0,32 g/L, respectivamente). Las cepas C2 y C1 resultaron ser las más prometedoras en términos de supervivencia, mostrando un crecimiento significativo en ambos medios, por lo cual se decidió continuar los ensayos con estas dos cepas. En cuanto al resto de los aislamientos, C4 y C5 demostraron tolerancia a los herbicidas aunque sin evidenciar actividad ligninolítica, mientras que C3 logró tolerar la atrazina pero resultó inhibida frente al 2,4-D. Para indagar en los mecanismos de degradación, se evaluó la actividad de las enzimas del secretoma de C1 y C2 y se observó que mientras que la actividad de lignina peroxidasa (LiP) fue prácticamente nula, la enzima lacasa desempeñó un rol central en la respuesta enzimática de C1 y C2. Además, mediante ensayos *in vitro*, se comprobó que la lacasa exhibe una leve actividad oxidativa al utilizar directamente el 2,4-D como único sustrato. Por otro lado, al suplementar los cultivos líquidos con cobre, y dado que es un cofactor estructural de la lacasa, se observó que inhibió el crecimiento de la biomasa micelial, pero estimuló marcadamente la secreción de proteínas totales y la actividad lacasa. Este efecto fue particularmente notable para C2, lo cual fue corroborado mediante cuantificación espectrofotométrica y geles de electroforesis (Native-PAGE).

Los resultados evidencian una alta variabilidad metabólica intrínseca en las cepas fúngicas frente al estrés por xenobióticos. Se demuestra que la producción de lacasas es el principal mecanismo enzimático interviniente en la respuesta frente al 2,4-D en las cepas C1 y C2, existiendo un desacople entre la acumulación de biomasa y la secreción enzimática. La producción de lacasas y proteínas totales puede ser inducida por cobre, convirtiendo a cepas como la C2 en candidatas promisorias para la optimización de sistemas biotecnológicos orientados a la biorremediación de agroquímicos recalcitrantes.

Finalmente, futuras investigaciones definirán el rol de otras enzimas del complejo ligninolítico frente a la presencia de herbicidas en el medio, así como realizar análisis químicos cuantitativos complementarios (mediante técnicas como HPLC), para medir de forma directa las tasas de degradación de la atrazina y el 2,4-D.

Bibliografía

AKIN, D. E. (2007). Grass Lignocellulose: Strategies to Overcome Recalcitrance. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 137(1), 3-15.

SERBENT, M. P.; REBELO, A. M.; PINHEIRO, A.; GIONGO, A.; TAVARES, L. B. B. (2019). Biological agents for 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid herbicide degradation. *Applied microbiology and biotechnology*, 103(13), 5065-5078.

Cálculo preliminar de las emisiones de metano en Vaca Muerta (Argentina) mediante datos de la misión *Carbon Mapper*

Martín, Sara Berenice; Di Leo, Néstor Cristian; Ascolani, Federico; Santi, Juliana

Cátedra de Teledetección Aplicada y Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR)

sar.b.mar@outlook.com.ar

El metano (CH_4) es un gas de efecto invernadero cuyo potencial de calentamiento equivale a 80 veces el del dióxido de carbono (CO_2). El origen del 60% de su emisión es antrópico, donde en el sector de gas y petróleo podrían reducirse un 75% de las emisiones de manera rentable (UNEP, 2022).

En Argentina se encuentra el yacimiento Vaca Muerta. La misma es la 2° reserva mundial de gas no convencional y la 4° de petróleo no convencional. Abarca una extensión de 30.000 km^2 (Figura 1), en las provincias de Neuquén, Mendoza, La Pampa y Río Negro (Coremberg, 2020).

Se estima que el 10% de todo el gas que se extrae en el yacimiento se pierde por fugas no detectadas (Luna, 2024). En este sentido, la provincia de Neuquén aprobó el “Programa de Monitoreo y Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Hidrocarburífero” (Resol. 258/25) para generar información sobre la cantidad y el tipo de emisiones (Hevia, 2025). El objetivo de este trabajo es calcular la cantidad de CH_4/hr que se emiten en la extracción de gas y petróleo en el yacimiento Vaca Muerta, utilizando datos de la misión denominada *Carbon Mapper*.

La misión *Carbon Mapper* está integrada por una constelación de satélites multispectrales, es decir que portan un espectrómetro imageador con canales que miden cientos de porciones discretas de longitudes de onda del espectro electromagnético (región del visible al infrarrojo) reflejada por la superficie terrestre y absorbida por los gases de la atmósfera de cada píxel (Carbon Mapper, 2026). La misión posee como *frontend* posee un mapa interactivo (<https://data.carbonmapper.org>) que brinda información de fuentes de emisión de CH_4 y CO_2 (como kg de CH_4/hr).



Figura 2. 16 fuentes de CH_4 en el yacimiento Vaca Muerta. Disponible en: <https://data.carbonmapper.org/#5.29/-37.025/-67.565>

Se empleó el mapa interactivo, una vez definida la región que abarca el yacimiento Vaca Muerta (Figura 2) y se aplicó el filtro “sector gas y petróleo”. Se promediaron los valores de CH_4/hr de cada punto.

Se identificaron 16 fuentes de emisión de CH_4 . Los valores contabilizados por el sistema fueron promediados y arrojaron una cifra de emisiones que asciende a

1404 kg de CH_4/hr , lo que implicaría alrededor de 12,3 tn de CH_4 al año. Equivalente a la emisión

anual de CO₂ de 80 colectivos de pasajeros (Climate Change Connection, 2020; SWEEP, 2025). Se identificó, en la región de Catriel (Río Negro), la fuente que más emisión produjo en la última

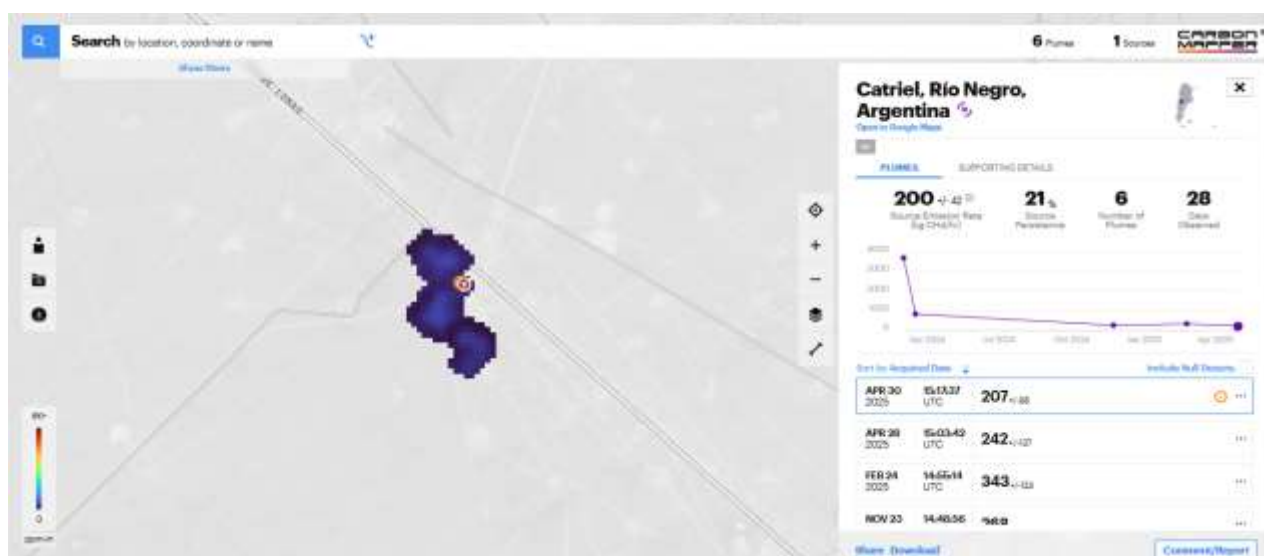


Figura 3. Fuente de emisión en la localidad de Catriel, Río Negro, Argentina. Disponible en:

<https://data.carbonmapper.org/?details=CH4_1B2_250m_-68.11406_-38.19444%3Fstatus%3Dnot_deleted&plume_id=tan20250430t151737c00s4001-B#13.48/-38.19537/-68.10219>

medición satelital (Figura 3), siendo de 200 kg de CH₄/hr.

En síntesis, *Carbon Mapper* demostró ser una herramienta valiosa para el análisis preliminar de emisiones debido a que permite una rápida interpretación de información. Sin embargo, la validez de los datos generados es limitada si no se complementa con mediciones directas en las áreas de interés, por lo que su aplicación resulta más adecuada como instancia exploratoria que como fuente definitiva de información. Se prevé la incorporación y análisis de herramientas complementarias, como *MethaneSAT* y *GHGsat*, con un enfoque comparativo. Ésto permitirá identificar posibles diferencias y coincidencias y, robustecer la validez de los datos obtenidos.

Bibliografía

Coremberg, A. A. (2020) Vaca muerta: mitos y realidades. Disponible en:

<<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/183093#:~:text=Vaca%20Muerta%2C%20ubicado%20en%20la%20provincia%20de,quarto%20mayor%20yacimiento%20de%20petr%C3%B3leo%20no%20convencional>> [Acceso: 6 de abril de 2026]

Hevia, L. (2025) Neuquén: las empresas petroleras deberán informar sus emisiones de gases de efecto invernadero.

Disponible en: <<https://econojournal.com.ar/2025/04/neuquen-las-empresas-petroleras-deberan-informar-sus-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero/>> [Acceso: 6 de abril de 2026]

Luna, M. (2024) Vaca Muerta pierde hasta el 10% del gas que produce por fugas que no se detectan. Disponible en:

<<https://econojournal.com.ar/2024/07/vaca-muerta-pierde-hasta-el-10-del-gas-que-produce/#:~:text=Vaca%20Muerta%20pierde%20hasta%20el,detectan%20%E2%80%A2%20econojournal.com.ar>> [Acceso: 6 de abril de 2026]

UNEP (2022). Datos sobre el metano. Disponible en: <<https://www.unep.org/es/explore-topics/energy/datos-sobre-el-metano>> [Acceso: 6 de abril de 2026]

Estudios de viabilidad en bioinsumos a base de *Kosakonia radicincitans* bSL2

Possetto, Paola Andrea; Calvo, Juan Armando; Navarta, Leonardo Gastón; Cáceres, Matías Exequiel; Sansone, María Gabriela; Calvente, Viviana Edith.

Laboratorio de Microbiología Industrial, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis. (UNSL). San Luis. Argentina.

ppossetto12@gmail.com

Laboratorio de Microbiología Industrial, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis. (UNSL). San Luis. Argentina.

La utilización de bioinsumos agrícolas con microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PCV) aporta a modelos de producción agroecológicos. Las bacterias del género *Kosakonia* se encuentran reportadas como promotores de crecimiento vegetal (PCV) (Jan-Roblero et al., 2020). En el Laboratorio de Microbiología Industrial de la (UNSL), se aisló del epicarpio de manzanas *Kosakonia radicincitans* cepa (bSL2) la cual posee antecedentes como microorganismo beneficioso en el campo de la agroecología y particularmente hemos reportado una actividad promotora del crecimiento de plantas de lechuga bajo condiciones de invernadero (Possetto et al., 2026), producción de sideróforos (Lambrese et al., 2018) y aplicación en el control de hongos fitopatógenos (Navarta et al., 2020). Objetivos: Estudiar la viabilidad en el tiempo de bioinsumos, líquido y sólido, utilizando como principio activo *K. radicincitans* bSL2.

Para el cultivo de *K. radicincitans* se preparó un medio mínimo diseñado a partir de descartes de cervecerías artesanales de la región, compuesto por bagazo (35 g/L) y levaduras agotadas (5 g/L), ambos elementos deshidratados. Luego de la esterilización se inoculó con una suspensión bacteriana ajustada a una concentración equivalente a 0,5 en la escala McFarland. La incubación se realizó a 28 °C durante 24 h. Para desarrollar la formulación líquida se partió del cultivo bacteriano de 24 h, se centrifugó y el pellet se lavó dos veces con agua destilada estéril; posteriormente, el concentrado microbiano se resuspendió en agua destilada estéril hasta alcanzar una concentración final de 6×10^8 UFC/mL. El bioinsumo líquido obtenido se dispuso en recipientes con pulverizador para su aplicación y se mantuvo bajo refrigeración. Para desarrollar el formulado sólido se partió del cultivo bacteriano de 24 h se mezcló con el soporte sólido, perlita de uso agronómico comercial, la proporción de la mezcla fue de un 8% (peso de perlita / volumen de suspensión con el agente activo), posteriormente se deshidrató en estufa a 40 °C hasta peso constante. El formulado sólido fue fraccionado y envasado en recipientes estériles para su conservación a temperatura ambiente.

El estudio de viabilidad en el formulado líquido se realizó tomando una alícuota (1 mL) del bioinsumo, el cual se resuspendió en 10 ml de agua destilada estéril, se homogeneizó y posteriormente se realizaron diluciones seriadas, las cuales se sembraron en agar para recuento ($n=3$) Los recuentos se realizaron al momento de la elaboración del bioinsumo (R_0); a los 3 meses (R_1) y a los 12 meses (R_2). En el formulado sólido, se pesó una fracción (10 g) del bioinsumo se resuspendió en 100 mL de agua destilada estéril y fue agitado por 5 minutos; posteriormente se realizaron diluciones seriadas y se sembró en agar para recuento, ($n=3$). El estudio fue realizado al momento del fraccionado (R_0); a los 3 meses (R_1) y a los 6 meses (R_2).

En ambos formulados luego del periodo máximo de almacenamiento 12 meses y 6 meses se realizaron pruebas *in vivo* de estimulación de germinación de semillas de *Latuca sativa* y pruebas *in vitro* sobre capacidad como promotor de crecimiento vegetal (PCV), para verificar la efectividad del bioinsumo luego del almacenamiento.

Al analizar la formulación líquida, se observa una disminución significativa del recuento bacteriano desde el tiempo inicial (R_0) hacia los 3 meses (R_1). Luego, entre 3 y 12 meses, el recuento bacteriano se mantiene estable, ya que no hay diferencias estadísticas entre (R_1) y (R_2). Esto sugiere que la mayor pérdida de viabilidad bacteriana ocurre en los primeros meses de almacenamiento. (Tabla 1) Por otra parte, el estudio de efectividad (*in vivo*) del formulado realizado a los 12 meses, sobre semillas de

Lactuca sativa cuantificando porcentaje de germinación, mostró que aún después de 12 meses de almacenamiento mantiene un mayor % de germinación con respecto a las semillas control. Para el formulado sólido, se observó que el recuento bacteriano se mantiene estable durante los primeros 3 meses de almacenamiento. A los 6 meses (R_2) se observa una disminución significativa de la concentración bacteriana. (Tabla 2) Las pruebas de efectividad del bioinsumo (*in vitro*) no mostraron diferencias significativas en todas las pruebas realizadas.

Tabla 1: Viabilidad de bioinsumo líquido a base de *K. r.* en UFC/mL en: momento de la formulación (R_0), los 3 meses (R_1) y a los 12 meses (R_2)

Tiempo de almacenamiento	Recuento bacteriano (UFC/mL)
R_0 (0 meses)	$(6,03 \pm 0,15) \times 10^8$ a
R_1 (3 meses)	$(4,47 \pm 0,15) \times 10^7$ b
R_2 (12 meses)	$(3,60 \pm 0,10) \times 10^7$ b

Nota: Los valores se expresan como media $\pm$ desviación estándar. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Tabla 2: Viabilidad de bioinsumo sólido a base de *K. r* en UFC/ mL en momento de la formulación (R_0), a los 3 meses (R_1) y a los 6 meses (R_2)

Tiempo de almacenamiento	Recuento bacteriano (UFC/mL)
R_0 (0 meses)	$(4,80 \pm 0,27) \times 10^7$ a
R_1 (3 meses)	$(4,10 \pm 0,85) \times 10^7$ a
R_2 (6 meses)	$(2,10 \pm 1,02) \times 10^7$ b

Nota: Los valores se expresan como media $\pm$ desviación estándar. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Los resultados obtenidos demuestran que el bioinsumo, tanto en su formulación líquida como sólida, mantuvo su viabilidad durante períodos de hasta 12 y 6 meses, respectivamente. Asimismo, se comprobó su efectividad como promotor del crecimiento vegetal (PCV) en condiciones *in vivo* e *in vitro*. En este sentido, *K. radicincitans* bSL2 presenta un alto potencial como principio activo en formulaciones simples (líquidas y sólidas), lo que respalda su aplicación en sistemas de producción agroecológicos.

Bibliografía.

JAN-ROBLERO, J., CRUZ-MAYA, J.A. y BARAJAS, C.G. (2020). *Kosakonia*. En: Beneficial Microorganisms in Agroecology. Academic Press, pp. 213–231.

LAMBRESE, Y., GUIÑEZ, M., CALVENTE, V., SANSONE, G., CERUTTI, S., RABA, J. y SANZ, M.I. (2018). Production of siderophores by the bacterium *Kosakonia radicincitans* and its application to the control of phytopathogenic fungi. Bioresource Technology Reports, 3, pp. 82–87.

NAVARTA, L.G., CALVO, J., POSSETTO, P., BENUZZI, D. y SANZ, M.I. (2020). Freeze-drying of a mixture of bacterium and yeast for application in postharvest control of pathogenic fungi. SN Applied Sciences, 2(7), 1223.

POSSETTO, P.A., TEVES, M.R., CALVO, J.A., WENDEL, G.H., NAVARTA, L.G., SANSONE, M.G. y CALVENTE, V.E. (2026). *Kosakonia radicincitans* bSL2 as a PGPB: Effect on *Lactuca sativa* L. seed germination and acute toxicity assessment in rats. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences.

Estudio de las comunidades microbianas en sistemas circulares-regenerativos mediante el análisis de datos de secuenciación de alto rendimiento

Rodriguez, Aranza^{1,2}; Vallasciani, Maribel³; Pozzi, Florencia Ileana^{4,5*}.

¹Cátedra de Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias, UNR. ²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Oliveros.

³Independiente. ⁴Cátedra de Microbiología Agrícola. ⁵IICAR, FCA UNR.

pozzi@iicar-conicet.gob.ar

La región pampeana argentina es una de las regiones más productivas del país, concentrando más del 80% de la producción de commodities (maíz, *Zea mays*, L.; soja, *Glycine max*, L. Merr. y trigo, *Triticum aestivum*, L.) y del 67 % de las cabezas de ganado vacuno, ocupando además lugares relevantes en el comercio mundial de granos. El 68% del área cultivable de la región, es ocupado por soja (53%) y maíz (15%) en la época estival, y el 13% por trigo en la estación invernal. El modelo lineal implementado en los últimos 30 años para la producción agropecuaria se ha caracterizado por ser altamente insumo dependiente, exportador de nutrientes, con alta homogeneidad de cultivos y paisaje y por la visión cortoplacista de retorno económico. Ante este contexto, surge la necesidad de implementar enfoques de producción alternativos e integradores que permitan abarcar las problemáticas de la producción agropecuaria en forma sistémica. Entre estos, consideramos la Economía Circular (EC), que aplicada al sector agropecuario se ha nombrado como Agricultura Circular y se complementa con el enfoque de la Agricultura Regenerativa, considerando que los recursos naturales retornan a la tierra al final de su ciclo de vida y la salud del suelo es el foco para lograrlo. Por las características de los agroecosistemas de la región, se han definido y contextualizado los enfoques para abordar la variabilidad y las escalas productivas en la región, por lo que lo llamamos enfoque Circular-Regenerativo(C-R) y aborda cuatro principios fundamentales: Salud del suelo, Biodiversidad, Integración agrícola-Ganadera y Manejo de residuos (Rodríguez et al.,2023). La salud del suelo tiene como foco el aumento del secuestro de C, favoreciendo la vida y los ciclos que ocurren en el suelo. Sin embargo, hay pocos estudios integrales y locales sobre el uso de recursos y el desempeño ambiental de los sistemas de cultivos regionales que apliquen este enfoque. Por lo tanto, se requieren evaluaciones integrales que incluyan indicadores ambientales para contribuir a la construcción de la sostenibilidad y, en lo posible, a preservar la resiliencia de la región. Es importante identificar indicadores sensibles asociados a las propiedades edáficas para monitorear eficazmente los cambios producidos por las diferentes prácticas de manejo. Considerando que el 80 – 90% de los procesos que se dan en el suelo son reacciones mediadas por microorganismos, resulta fundamental el estudio de la actividad y diversidad microbiana en relación a la funcionalidad del suelo. Debido a que los organismos pueden responder sensiblemente a las perturbaciones por el manejo y están bien correlacionados con las funciones benéficas del suelo, pueden constituirse en excelentes herramientas para detectar cambios en la recuperación o servir como advertencia en cuanto a riesgos de degradación de un suelo, incluso antes que las propiedades físicas y químicas, ya que el manejo del suelo actúa moldeando la arquitectura del microbioma y cada intervención altera el equilibrio biológico y la capacidad de secuestro de carbono. Es así que los indicadores biológicos pueden constituirse en una señal temprana de mejora o advertencia de los cambios en la calidad del suelo. En este marco, se propone abordar aspectos vinculados con la posible interacción de diferentes tipos de manejo con la dinámica de las comunidades microbianas del suelo, por lo cual el objetivo del trabajo fue obtener una primera aproximación descriptiva del potencial impacto de diferentes manejos sobre la composición taxonómica a nivel de Género de las comunidades microbianas del suelo, partiendo de una secuenciación de alto rendimiento. Para cumplir con el objetivo propuesto, se tomaron muestras de suelo en sistemas experimentales de la EEA INTA Oliveros (32° 32' S; 60° 51' O). Los sistemas se basan en la rotación tradicional de la región de Maíz (M), Soja de 1era (S1°)/ Trigo (T)/ Soja de 2da (S2°) (Testigo), bajo distintos manejos: 1) agricultura convencional (Testigo – S_CC); 2)

agricultura circular-regenerativa (CC), que incluye cultivos de cobertura multiespecie y reducción del uso de insumos, y 3) un sistema mixto circular-regenerativo con la incorporación de cultivos de cobertura multiespecie pastoreados y reducción de insumos externos (CC_P). Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con tres repeticiones. La muestra de suelo de cada tratamiento se realizó luego de finalizado un ciclo de la rotación (3 años), en cada parcela experimental de 840 m², a los 0-7,5 cm de profundidad, y constó de 20 sub-muestras, extraídas al azar (recorrido en zig-zag). Las muestras se tamizaron por malla de 2 mm y se conservaron a -20 °C. Se extrajo el ADN con kit Power Soil DNA Isolation Kit (Qiagen) y se realizó una secuenciación masiva de una región hipervariable del gen del ARNr 16S mediante Illumina pair-end en INTA Castelar. Se realizó el análisis bioinformático mediante la plataforma *Quantitative Insight Into Microbial Ecology* (QIIME) 2. Mediante esta plataforma se obtuvo la identidad taxonómica de las secuencias para cada muestra, por medio de la comparación de las mismas contra una base de datos, en los bancos de datos de información genómica (archivo BIOM). Esto permitió comparar las comunidades a través de métricas de distancia y establecer el grado de similitud entre las comunidades estudiadas, en base a la información génica. A partir de lo descripto anteriormente, se obtuvo la composición taxonómica a nivel de género y su predominancia en los diferentes sitios analizados. A partir de 22 asignaciones taxonómicas obtenidas se identificaron 3 géneros predominantes en los 3 sistemas estudiados: 1° RB41 (5%), 2° Sphingomonas (3%), 3° Gemmatimonas (2%), aunque en todos los casos su abundancia relativa fue menor en S_CC (4%, 2,6% y 1,9%, respectivamente). Estos resultados son similares a los de Song et al. (2025) donde evidencian que la disminución de los géneros bacterianos RB41 y Gemmatimonas reflejan un deterioro de la calidad de suelo y una menor eficiencia en el uso del N. Por otro lado, estos 3 géneros también resultaron ser los de mayor abundancia relativa en suelo rizosférico control vs suelo con estrés salino alcalino (Wang et al., 2025). Los géneros con menor abundancia relativa en CC_P fueron Ellin6067, MB-A2-108, Haliangium, MND1, Bacillus y Gaiella. CC evidenció una menor abundancia relativa de la categoría de géneros menos abundantes. En conclusión, se obtuvo la estructura general de la comunidad, se lograron identificar los géneros predominantes, y se observó, en valores absolutos, qué taxones se enriquecieron con los tratamientos realizados. Futuros trabajos podrán enfocarse en correlacionar la diversidad funcional con las mejoras en otros indicadores de salud del suelo.

Bibliografía

Rodríguez, A.; Rótolo, G.; Cerchione, R.; Passaro, R. 2023. Advances in the characterization of circular practices related to agricultural systems in Argentine Rolling Pampa. Disponible en <https://easychair.org/smart-program/4thCESUST2023/2023-06-19.html#talk:220887>

Song Z, Wang M, Li F, Long J, Luo Y, Yang X, Tian X. Responses of soil biochemical properties and *Cichorium intybus* L. growth to polyethylene microplastic pollution. *Front Plant Sci.* 2025 Nov 11;16:1678722. doi: 10.3389/fpls.2025.1678722.

Wang M, Han T, Huang F, Li X, Shan J, Zhang D, Shen Z, Wang J, Qiao K. Saline-Alkaline Stress-Driven Rhizobacterial Community Restructuring and Alleviation of Stress by Indigenous PGPR in Alfalfa. *Plants (Basel).* 2025 Dec 17;14(24):3844. doi: 10.3390/plants14243844.

Comparación de índices de agua en condiciones hidrológicas contrastantes en el Delta del Paraná (Argentina).

Santi, Juliana; Ascolani, Federico, Martin, Sara; Ascolani, Guillermo y Di Leo, Néstor Cristian

Cátedra de Teledetección Aplicada y Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

julianasanti1996@gmail.com

En los humedales del Delta del río Paraná, la detección de superficies inundadas mediante imágenes satelitales presenta desafíos asociados a la complejidad del sistema, caracterizado por la coexistencia de agua libre, vegetación emergente, suelos saturados y variaciones en la turbidez del agua. En este contexto, los índices espectrales de agua constituyen herramientas ampliamente utilizadas, aunque su desempeño puede variar según las condiciones ambientales y el tipo de cobertura presente (McFeeters, 1996; Xu, 2006). El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento de distintos índices espectrales para la delimitación de superficies inundadas en un sector del Delta del Paraná, considerando condiciones hidrológicas contrastantes. Para ello, se seleccionó un área piloto representativa del Delta Superior y se analizaron dos fechas correspondientes a un año húmedo (octubre de 2018) y un año seco (enero de 2022), asegurando la disponibilidad de imágenes de alta resolución en Google Earth para su validación. A partir de imágenes Landsat 8 y 9, en Google Earth Engine, se calcularon los índices NDWI (McFeeters, 1996), MNDWI (Xu, 2006), MuWI (Wang et al., 2018) y SWI (Jiang et al., 2020).

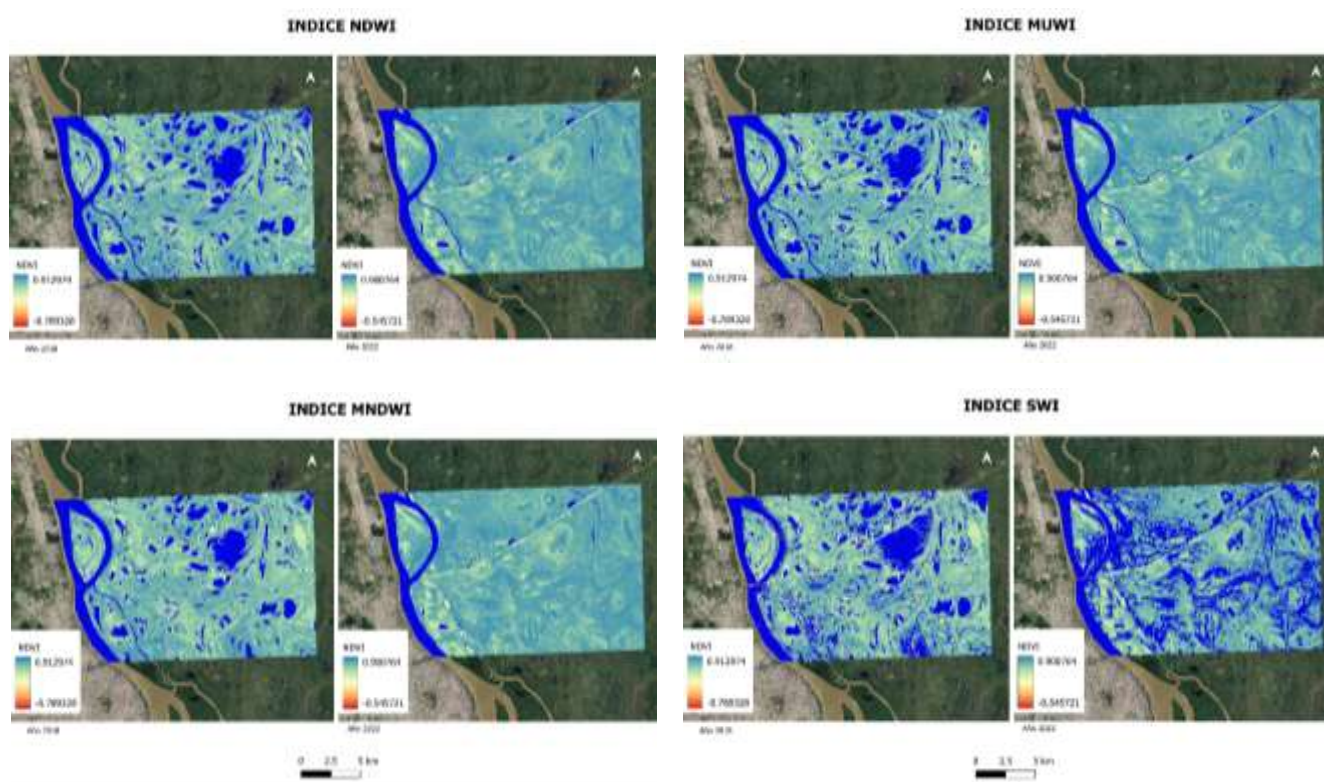


Figura 1. Comparación de la detección de cuerpos de agua mediante distintos índices espectrales (NDWI, MuWI, MNDWI y SWI) en dos fechas con diferente cobertura hídrica (2018 y 2022). Los sectores en tonos azules representan áreas identificadas como agua por cada índice, mientras que el fondo corresponde al índice NDVI de la fecha analizada.

Para la clasificación binaria de agua/no agua se definieron umbrales específicos para cada índice espectral, a partir del análisis visual. En este sentido, se establecieron los siguientes valores de corte: NDWI = -0,385, MNDWI = 0,10, MuWI = -0,32 y SWI = 0,323. Los píxeles con valores superiores a estos umbrales fueron clasificados como agua, mientras que aquellos por debajo fueron considerados como no agua (Figura 1). Para facilitar la identificación de agua se utilizó además el índice NDVI, donde valores negativos o cercanos a 0 corresponden a superficies con agua. La definición de estos umbrales permitió adaptar cada índice a las condiciones particulares del área de estudio, optimizando la discriminación entre superficies inundadas y otras coberturas con respuesta espectral similar.

Para realizar la validación de los índices, se definieron por fecha 50 puntos de referencia de agua y no agua mediante imágenes de alta resolución (Google Earth). Los puntos de validación fueron distribuidos de manera representativa en el área de estudio, abarcando diferentes condiciones de cobertura y niveles de humedad. Luego se evaluó el desempeño de los índices espectrales mediante matrices de confusión. Se utilizó el software QGIS para determinar la correspondencia de los índices espectrales a la cobertura o no de agua. Los resultados evidencian una mejora general en el desempeño de todos los índices durante el período húmedo, con incrementos significativos en la exactitud global. En particular, el índice MUWI presentó el mejor comportamiento en ambas condiciones, alcanzando una exactitud de 0,82 en período seco y 0,98 en período húmedo, acompañado de altos valores de sensibilidad y precisión. El NDWI mostró un desempeño similar, aunque ligeramente inferior. Por su parte, el MNDWI evidenció una mejora marcada entre ambos períodos (0,74 a 0,92), lo que indica una mayor dependencia de las condiciones de humedad para una correcta discriminación del agua. En contraste, el índice SWI presentó un comportamiento diferencial: si bien mantuvo valores aceptables de exactitud, en condiciones húmedas tendió a sobreestimar la presencia de agua, incrementando los falsos positivos. En conjunto, los resultados indican que la capacidad de detección de los índices espectrales mejora en condiciones húmedas debido a una mayor separabilidad espectral entre agua y otras coberturas, mientras que en condiciones secas los índices tienden a comportarse de manera más conservadora. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar el contexto hidrológico al seleccionar índices para la detección de superficies inundadas en humedales. A futuro se realizará el mismo análisis con otras condiciones hidrológicas para identificar el índice que responda mejor a la dinámica del delta de Paraná, como también se ampliará el área de análisis para considerar el desempeño con otras comunidades presentes.

Bibliografía

JIANG, W.; NI, Y.; PANG, Z.; HE, G.; FU, J.; LU, J.; YANG, K.; LONG, T., Y LEI, T. (2020). A new index for identifying water body from Sentinel-2 satellite remote sensing imagery. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, V-3-2020, 33–38.

MCFEETERS, S. K. (1996). The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425–1432.

XU, H. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3025–3033.

WANG, Z., LIU, J., LI, J., & ZHANG, D. D. (2018). Multi-Spectral Water Index (MuWI): A native 10-m multi-spectral water index for accurate water mapping on Sentinel-2. *Remote Sensing*, 10(10), 1643.

Producción de biomasa bacteriana en medios de cultivo económico y estudios de supervivencia en formulados sólidos para ser usados como biofertilizante

Parodi, Lucia Belén¹; Rodríguez Villarreal, Victoria¹; Possetto, Paola Andrea¹; Lambrese, Yesica Sabrina²; Navarta, Leonardo Gastón¹; Adaro Mauricio³; Sansone, María Gabriela¹; Calvente, Viviana Edith¹

¹Laboratorio de Microbiología Industrial. Área de Tecnología Química y Biotecnología, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina. ²Áreas de Básicas Agronómicas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, UNSL, Villa Mercedes, San Luis, Argentina. ³Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Bromatología, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, UNSL, San Luis, Argentina.

ppossetto12@gmail.com

El uso intensivo de fertilizantes químicos ha generado impactos negativos tanto en los suelos como en los ecosistemas circundantes. Frente a esta problemática, resulta esencial desarrollar alternativas que permitan mejorar la productividad agrícola de manera sostenible (Rai *et al.*, 2023). En este contexto, los biofertilizantes se definen como productos agro-biotecnológicos que contienen microorganismos vivos o latentes (bacterias u hongos, solos o combinados) que son agregados a los cultivos agrícolas para estimular su crecimiento y productividad (Frioni, 2011). La selección de especies microbianas nativas del suelo con potencial de biofertilizantes constituye una estrategia clave para aprovechar los recursos propios de la región, promoviendo sistemas agrícolas de menor impacto ambiental (Díaz-Rodríguez *et al.*, 2025). El objetivo del trabajo fue evaluar la producción de biomasa bacteriana en medios de cultivo económicos conteniendo desecho industrial de maíz y determinar la supervivencia en formulados sólidos conservados en el tiempo.

Las cepas bacterianas ChM90c y ChM114c, fueron aisladas de suelos de plantaciones de *Vitis vinífera* ubicadas en Valle de Uco, Mendoza (periodo de envero, Febrero-Marzo 2023) y depositadas en el Laboratorio de Microbiología Industrial de la Universidad Nacional de San Luis. Previamente se realizaron ensayos de biofertilizantes (fijación de nitrógeno, solubilización de fosfato, producción de ácido indol acético y sideróforos) que dieron resultados positivos y tinción de Gram (Capello, 2024). Para el estudio de la producción de biomasa, los medios de cultivo fueron: YGM: glucosa y extracto de levadura (Control) y dos medios formulados con desecho industrial del lavado de la cortadora de grano de maíz, RI: desecho industrial previamente filtrado y RI + G: desecho industrial filtrado y suplementado con glicerol. Crecimientos de 24 h de ChM90c y ChM114c (en medio YGM líquido, incubados a 25 ± 2 °C, 120 rpm), se transfirieron a Erlenmeyer con los diferentes medios. Se incubaron en las mismas condiciones anteriores, pero hasta 41 h. Luego la biomasa se separó y se cuantificó mediante el método de peso seco, para lo cual las muestras se secaron en una estufa a 45 ± 2 °C hasta alcanzar peso constante, expresando los resultados en g/L de biomasa producida. Se establecieron cinco réplicas por tratamiento para cada cepa.

Para la preparación de los formulados sólidos se utilizó A) Vermiculita (marca comercial Huilen Organic, Mendoza, Argentina) y B) Turba (obtenida del vivero “Santa Rosa SRL”, San Luis, Argentina), previamente colocadas en placas de Petri y esterilizadas. La biomasa de cada cepa bacteriana previamente cosechada y lavada; proveniente del medio RI + G, se suspendió en 100 mL de Solución Fisiológica, luego se colocó 9 ml en cada placa conteniendo 3 g Vermiculita o turba respectivamente. Las placas se secaron en estufa a 50 °C durante 7 días y se realizaron los recuentos de células viables ($T=0$), por técnica de recuento en placa. Finalmente, los formulados se almacenaron en la oscuridad a 25 °C hasta 90 días, realizando a 30 y 90 días de conservación el conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC).

Los resultados fueron expresados en % de supervivencia (30 y 90 días) para cada una de las cepas en los formulados sólidos, calculados a partir de Log UFC/mL ($t=0$, $T=30$ y $T=90$). Para el análisis estadístico se utilizó Microsoft Excel 2013, aplicando pruebas test t para una muestra y para muestras emparejadas, con un nivel de significancia de $p<0,05$.

Los resultados indicaron que la cepa ChM90c, presentó en el medio RI+G un valor de $17,66 \pm 0,45$ g/L superando el doble del crecimiento respecto al medio RI ($8,76 \pm 0,09$ g/L) y al medio YGM ($6,68 \pm 0,44$ g/L). Para la cepa ChM114c, las medias más altas son también para el medio RI+G ($19,16 \pm 0,22$ g/L), seguidas del medio RI ($8,20 \pm 0,07$ g/L) y de YGM ($7,58 \pm 0,26$ g/L). Con respecto a los formulados sólidos, el porcentaje de supervivencia de ChM90c y ChM114c en vermiculita y turba a los 30 y 90 días de conservación se observan en Gráfico N°1 y N°2, respectivamente.



Gráfico N°1. Porcentaje de supervivencia de la cepa ChM90c en formulados sólidos, conservados a 25 °C en el tiempo (días).



Gráfico N°2. Porcentaje de supervivencia de la cepa ChM114c en formulados sólidos, conservados a 25 °C en el tiempo (días).

Se concluye que las bacterias previamente aisladas del suelo, con morfología de bacilos Gram negativos y con características de biofertilizantes fueron capaces de crecer abundantemente en un medio de cultivo diseñado con residuo industrial y suplementado con glicerol. Además, cuando se prepararon los formulados sólidos que se conservaron en el tiempo, si bien existió una reducción significativa en la viabilidad a los 90 días, el formulado de ChM90c en turba presentó el mayor porcentaje de supervivencia con un valor superior al 70 %. En ensayos futuros se pretende determinar los % supervivencia a mayor tiempo (6 y 12 meses) y ensayar diferentes sustancias para evitar pérdida de viabilidad en el secado y almacenamiento.

Bibliografía

CAPELLO, C. (2024) Diseño de medios de cultivos económicos para multiplicar levaduras no convencionales para su potencial uso en la industria cervecera artesanal [Trabajo final para obtener el título de Licenciatura en Biotecnología]. Universidad Nacional de San Luis.

DÍAZ-RODRIGUEZ, A. M.; PARRA COTA, F. I.; CIRA CHÁVEZ, L. A.; GARCÍA ORTEGA, L. F.; ESTRADA ALVARADO, M. I.; SANTOYO, G.; DE LOS SANTOS-VILLALOBOS, S. (2025) Microbial Inoculants in Sustainable Agriculture: Advancements, Challenges, and Future Directions. *Plants*, 14(2), 191.

FRIONI, L. (2011) Microbiología: Básica, ambiental y agrícola (1a. ed). Orientación Gráfica Editora.

RAI, S.; MAGO, Y.; AGGARWAL, G.; YADAV, A.; TEWARI, S. (2023) Liquid Bioformulation: A Trending Approach Towards Achieving Sustainable Agriculture. *Molecular Biotechnology*, 66(10), 2725-2750.

Eje 4

Educación en Ciencias Agrarias y Naturales



Ciencia y Tecnología Agraria
XI Jornadas FCA-UNR - V Reunión Argentina-Chile

Análisis del desempeño académico y participación estudiantil en instancias finales de evaluación de Química General e Inorgánica de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (2022 - 2025)

Amato, Lucía Dolores; Lazzarini, Agustina Luz; Lovera, Mariano; Mancini, Micaela.

Cátedra de Química General e Inorgánica, Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) - Universidad Nacional de Rosario (UNR).

luciadoloresamato@gmail.com

El análisis del desempeño académico constituye una herramienta fundamental para comprender las trayectorias educativas de los estudiantes. El estudio de indicadores como cantidad de estudiantes inscriptos, aprobados, desaprobados y ausentes en exámenes finales permite identificar tendencias, detectar dificultades en la articulación del proceso de enseñanza - aprendizaje con instancias evaluativas, así como reflexionar sobre las propuestas previas al examen o retroalimentaciones posteriores. La asignatura Química General e Inorgánica representa, uno de los primeros espacios formativos de los estudiantes de la FCA-UNR; donde no sólo se adquieren conceptos fundamentales de la química, sino que también comienzan a familiarizarse con la vida universitaria, la organización del estudio, responsabilidades académicas y presentación a exámenes finales. Por esta razón, este análisis en QGeI resulta relevante tanto para la mejora de las prácticas docentes como para el acompañamiento de las trayectorias estudiantiles. El presente trabajo tiene como objetivo analizar el desempeño académico de los estudiantes a partir de los resultados obtenidos en todas las mesas de examen del período 2022 - 2025. Para ello, se consideraron indicadores claves como el número de estudiantes inscriptos, presentes y ausentes, aprobados y desaprobados, a lo largo de las mesas y los años analizados. Los datos fueron extraídos de actas de exámenes de SIU Guaraní y procesados con el programa estadístico R-Studio.

La cantidad total de estudiantes inscriptos, presentes y aprobados en las mesas de exámenes de 2022 a 2025, se presentan en la Tabla 1. Se evaluó para cada una de las variables la interacción Mesa * Año, resultando significativa para inscriptos ($p=0,0076$) y presentes ($p=0,0022$) (Figuras 1 y 2). Mientras que para número de aprobados, la interacción no fue significativa ($p=0,856$) (Figura 3). Al evaluar las fuentes de variación Año y Mesa por separado para número de aprobados, se observaron diferencias significativas entre las mesas ($p=7,97e^{-05}$; Figura 4), pero no entre los años ($p=0,628$).

Tabla 1. Cantidad total de inscriptos, presentes y aprobados en mesas de exámenes (2022 a 2025)

Año	Inscriptos	Presentes	Aprobados
2022	775	599	141
2023	560	408	99
2024	504	388	117
2025	495	355	150

Figura 1. Interacción Mesa * Año para el número de inscriptos

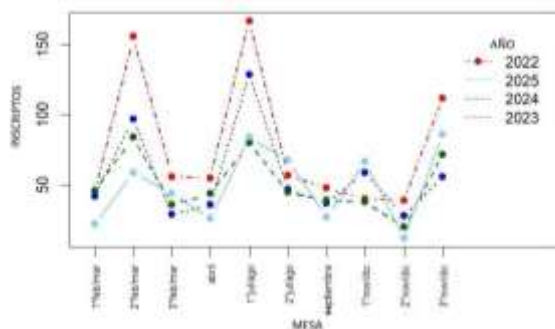


Figura 2. Interacción Mesa * Año para el número de presentes

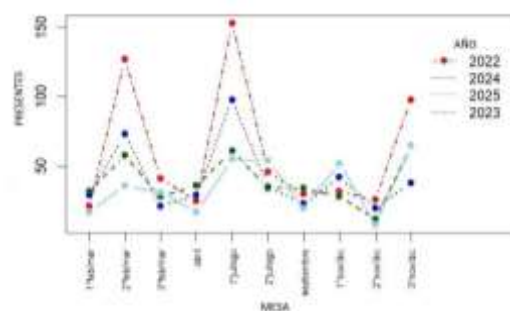


Figura 3. Interacción Mesa * Año para el número de aprobados

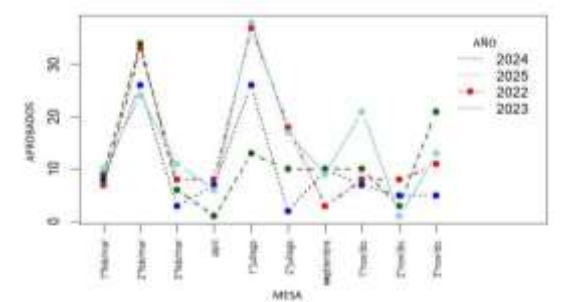
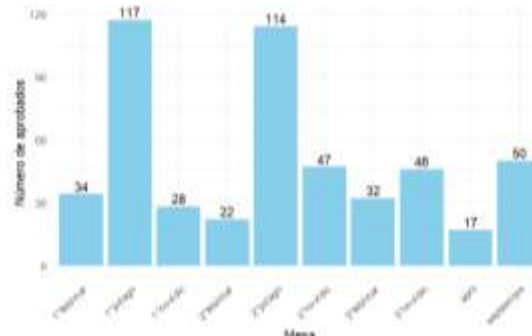


Figura 4. Número de aprobados a través de las diez mesas de exámenes del calendario académico



Para números de inscriptos y presentes se identificaron tendencias similares, el año 2022 presenta en varias mesas los valores más elevados de inscriptos y presentes, esto puede estar asociado a la acumulación de estudiantes que cursaron la asignatura en 2020 y 2021 (virtual en pandemia). Mientras que 2023 y 2024 muestran valores intermedios y 2025 una mayor variabilidad, con picos en algunas mesas y descensos marcados en otras. Es interesante resaltar que no se evidencia una relación directa entre la cantidad de inscriptos o presentes y el número de aprobados, lo que sugiere que el rendimiento académico no depende únicamente del volumen de estudiantes. Para el número de aprobados, se observa una alta variabilidad entre mesas. Mesas de julio/agosto, concentran mayores niveles de aprobación, y esto estaría asociado directamente con la finalización del cursado de la asignatura (junio) y una mayor preparación y dedicación de los estudiantes durante el receso académico invernal. La mesa de abril tiende a mostrar los niveles más bajos de aprobación; esto podría deberse a que esta instancia está dentro del período de cursado de otras asignaturas o que también suelen ser elegidas por estudiantes con mayores dificultades académicas, que necesitan aprobar asignaturas para pasar de año mediante “condicionalidades”. Las mesas de febrero/marzo muestran una alta variabilidad en los resultados (Figura 3), tratándose de instancias heterogéneas, influenciadas por la diversidad de perfiles de estudiantes que se presentan. En conjunto, los resultados indican una dinámica compleja entre la inscripción, la asistencia y el desempeño de los estudiantes. La mesa de examen desempeñaría un rol relevante, posiblemente vinculado a la cercanía a instancias de cursado, dedicación, condicionalidades y/o correlatividades. En el último año analizado se identificó una tendencia positiva en la evolución del desempeño estudiantil. No obstante, persisten desafíos importantes, especialmente en aquellas mesas con altos niveles de desaprobación. Esto sugiere la necesidad de continuar fortaleciendo las estrategias pedagógicas, así como de implementar acciones de acompañamiento específicas para estudiantes en situación de mayor vulnerabilidad académica.

Desafíos de la enseñanza del derecho: construcción de prácticas sobre colegiación profesional en Ingeniería Agronómica de la UNR

Capitani, Lucila; Peyrano, Guillermo; Pooli, Giuliana; Reissenauer, Florencia; Tielman, Federico; Prado, Guadalupe; Alsina, María Verónica.

Cátedra de Legislación Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

lucila.capitani@gmail.com

El estudiantado que hoy se encuentra en las aulas universitarias son los pertenecientes a la generación Z. Esta es la primera generación que ha nacido y desarrollado con libre acceso al universo digital de la red global. Esta realidad exige adecuar las propuestas pedagógicas a nuevos modos de aprendizaje. En este marco, las carreras universitarias comprendidas en el artículo 43 de la Ley de Educación Superior N.º 24.521 se caracterizan por involucrar el interés público, ya que su ejercicio puede implicar riesgos sociales. Por ello, están sujetas a un régimen de regulación y evaluación más estricto por parte del Estado y requieren una fuerte formación práctica. El ejercicio profesional de la ingeniería agronómica supone la asunción de responsabilidades técnicas con impacto en ámbitos como el ambiente, la salud y la seguridad alimentaria, lo que implica que sus egresados conozcan los marcos normativos y sean capaces de aplicarlos en situaciones concretas. Las prácticas profesionales se identifican como un elemento importante en la formación de estos/as profesionales que se han posicionado gracias a las corrientes constructivistas y se han valorizado en las políticas de formación (Sanjurjo, 2020). En esta línea, la enseñanza no puede limitarse a la transmisión de contenidos, sino que debe propiciar procesos de aprendizaje activo que involucren al estudiante en la construcción del conocimiento. En el caso de Ingeniería Agronómica, al igual que en otras carreras fuera de las ciencias jurídicas, la incorporación de contenidos del derecho en la enseñanza aparece para los estudiantes como algo ajeno a su profesión y por tanto un desafío para su enseñanza y el aprendizaje (Alsina, 2022). La asignatura Legislación Agropecuaria es bimestral y se encuentra en el tercer año de la carrera con una variabilidad importante de contenidos. Aborda el ordenamiento jurídico agrario argentino, analizando la jerarquía normativa, la regulación de la propiedad de activos (inmuebles, muebles y biotecnología) y la diversidad de modalidades contractuales. Asimismo, integra la dimensión ambiental, social y ética como ejes transversales, con especial énfasis en la regulación de fitosanitarios y la protección de bienes comunes (agua y suelo). El programa vincula el ejercicio profesional en Santa Fe con el régimen de responsabilidad legal, con los marcos de seguridad e higiene, el derecho del trabajo agrario y la sostenibilidad, fomentando una visión crítica para el desempeño profesional en escenarios de complejidad socio-jurídica contemporánea. En ese marco el objetivo del trabajo ha sido analizar como una propuesta lúdica para la enseñanza de colegiación profesional puede mejorar los resultados del aprendizaje. En base a una metodología cualitativa se ha identificado las tensiones existentes para la incorporación de la enseñanza de colegiación al igual que los resultados de aplicación de estas estrategias de aprendizaje. Se seleccionó la herramienta del aprendizaje basado en problemas (ABP) y la gamificación para desarrollar los contenidos de conformación del Colegio Profesional de Ingenieros Agrónomos: estructura, autoridades, procedimientos administrativos y normativa específica. Se subieron al aula virtual las normativas respectivas solicitando la lectura previa del material. En clase se conformaron grupos y con la estructura de un ABP, como método de aprendizaje activo (Marota y Parise, 2021), se plantea un caso de denuncia ante el Tribunal de Ética con una guía de preguntas, solicitando que posteriormente socialicen sus respuestas. Luego se realiza una breve exposición dialogada sobre la estructura del procedimiento (denuncia, descargo, período probatorio, alegatos y resolución) y otros conceptos teóricos. Los grupos deben seleccionar roles para representar los distintos actores: denunciante, denunciado, directorio y tribunal de ética; y se les asignan las diferentes funciones: formular la denuncia, formular el descargo, informar al denunciante los requisitos que debe contener la denuncia al igual que la recepción, período probatorio, alegatos y realizar un dictamen donde resolverán si existe o no una falta de ética y si aplican sanciones. Finalmente se representan las actuaciones en un juego de rol. A través de las distintas cohortes aplicadas, 2022 a 2025, se han generado dos tensiones iniciales: la percepción de asignatura ajena al

campo disciplinar de la carrera y la incorporación de un vocabulario que resulta extraño. Estas tensiones son rápidamente atenuadas en el discurrir de la actividad siendo resuelto por el propio estudiantado en un clima de distensión, colaboración y dinamismo lúdico. Se identifica compromiso con la actividad y se plantean estrategias interesantes de resolución. Entre el 80 y el 89% del estudiantado, en las distintas cohortes, evidenció la apropiación de los conocimientos del tema en la instancia de evaluación. Asimismo, se observó que se apropiaron de los contenidos y también desarrollaron la capacidad de transferirlos a situaciones concretas. Se evidencia una mejora en la argumentación jurídica, especialmente en la formulación de denuncias, descargos y dictámenes, logrando fundamentar sus decisiones en criterios normativos. La dinámica de trabajo favoreció la comprensión integral del procedimiento administrativo, permitiendo identificar sus distintas etapas y su secuencia lógica. A su vez, se promovió la autonomía en la toma de decisiones y el trabajo colaborativo, en tanto debieron consensuar estrategias, distribuir roles y sostener posiciones entre roles. Estos aspectos dan cuenta de la potencialidad del ABP y del juego de roles como dispositivos que permiten articular saberes teóricos con prácticas situadas. Del relevamiento de opiniones sobre la actividad se muestra una percepción favorable a la adquisición de esos conocimientos desde la práctica, una coincidencia en lo interesante y “divertido” (sic) que es estudiar derecho de esta forma, como así también un refuerzo motivacional positivo al involucrarse en el proceso al sentirse protagonistas de su propio aprendizaje. En conjunto, estos resultados permiten sostener que la incorporación de estrategias como el ABP y la gamificación no solo contribuyen a mejorar los aprendizajes específicos, sino que también favorecen la construcción de una relación más significativa con el derecho, especialmente en contextos formativos donde este campo disciplinar aparece inicialmente como distante. Asimismo, estos resultados pueden vincularse con la presencia de feedback inmediato durante la actividad, característica central de las dinámicas de juego, que permite a los estudiantes reconocer aciertos y errores en tiempo real y ajustar sus estrategias, favoreciendo además la motivación y el compromiso con la tarea (Sailer y Homner, 2020). La incorporación del error como parte del proceso permite revisar, ajustar y profundizar los aprendizajes, especialmente en contextos donde se requiere argumentar y tomar decisiones fundadas. En definitiva, la enseñanza jurídica resulta más significativa cuando se sitúa en prácticas simuladas, donde el estudiantado asume un rol activo, aplicando la norma en contextos concretos y aproximándose a las condiciones reales del ejercicio profesional.

Biografía

ALSINA M.V. (2022) El derecho en el curriculum prescripto y en acción en las carreras de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria de la UNR. Especialización en Docencia Universitaria orientada a las Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Veterinarias. UNR (inédito)

MAROTA, J. y PARISE, A. (2021) El aprendizaje basado en problemas (ABP) en la educación jurídica y su aplicación en un ámbito multicultural. *Academia* [en línea], 19 (38), 115-140. Disponible en: <<http://revistas.derecho.uba.ar/index.php/academia/article/view/382>> [Acceso: 10 de marzo de 2026]

SAILER, M. y HOMNER, L. (2020) The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, [en línea] 32, 77–112. Disponible en: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-019-09498-w>> [Acceso: 15 de febrero de 2026]

SANJURJO, L. (2020) La corrupción de las teorías en las prácticas: el caso del campo de la formación en prácticas profesionales. *REDU* [en línea], 18 (1), 91-104 Disponible en: <<http://polipapers.upv.es/index.php/REDU/article/view/13044/12791>> [Acceso: 21 de marzo de 2026]

Experiencias que dejan huellas. Seminario de producción lechera para estudiantes en la EEA INTA Rafaela, provincia de Santa Fe (Argentina)

Dichio, Luciana¹; Larripa, Marcelo²; Pece Mariela³, Scala María Rosa³

¹Cátedra Sistemas de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario; ²Cátedra de Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, ³ EEA INTA Rafaela

Lucianadichio66@gmail.com

Docentes y alumnos de la cátedra Sistemas de Producción Animal Bovinos de la Facultad de Ciencias Agrarias- UNR coordinan desde hace más de dos décadas un viaje para participar en el Seminario de Producción Lechera para Estudiantes Universitarios organizado por la EEA INTA Rafaela, el cual convoca a alumnos avanzados de las carreras de Agronomía, Veterinaria y otras carreras afines de Argentina y países limítrofes. El principal objetivo ha sido promulgar y concretar actividades como ésta que nos posibilita motivar académicamente al estudiante de agronomía, y que de este modo ellos aprendan con interés conceptos que se enseñan en aula (Stevani *et al.*, 2013). A pesar de que esta actividad es curricular no obligatoria, siempre se incentiva al alumnado a que participe de la experiencia educativa ya que creemos que es una instancia que sirve para afianzar conceptos, intercambiar ideas y vivencias en un ámbito como es el INTA, que nos abre sus puertas anualmente para quienes, tal vez en alguna vuelta de sus vidas, interactúen o formen parte de esta institución. Bajo un lema que atraviesa cada Seminario, se establece un cronograma pensado para que, tanto alumnos como docentes se aproveche al máximo, nos conectemos entre nosotros y con los participantes de otras universidades. Tiene una duración de dos días por lo cual los alumnos acampan en el predio del INTA para comenzar temprano la segunda jornada, cosa que luego del tradicional fogón de cierre de la primera jornada cuesta un poco. Las diferentes actividades están planificadas estratégicamente distribuidas en un recorrido por varios sitios que se detallan más adelante, en las cuales técnicos y pasantes de la experimental, especializados en cada temática exponen sus experiencias y resultados, contemplando abarcar todos los temas relacionados con la actividad lechera, por ejemplo: diferentes pasturas adaptadas a la zona y ensayos demostrativos, el tambo experimental y la crianza artificial de terneros, tambo robot y la UPLI (unidad de producción de leche intensiva). Luego de la recorrida, en el mismo día se realizan talleres en salón de usos múltiples, donde técnicos e invitados exponen sobre el tema ‘eje central’ del Seminario; además se organizan trabajos en equipo y concursos que fomentan la atención y el aprendizaje. A pocos kilómetros de la estación experimental se recorre, junto a los técnicos encargados, el Tambo Roca que es una unidad productiva tambera demostrativa a escala comercial perteneciente al INTA Rafaela, esta visita se desarrolla en el marco de un proyecto interinstitucional en el que participan la Universidad Nacional del Litoral (Consortios Regionales de Experimentación Agrícola) y CREA (convenio INTA-UNL-CREA). Al bajar el sol todos empiezan a prepararse para compartir el tradicional fogón, siempre con la ayuda del personal de INTA que se ocupan de que nada falle, juntan la leña, prenden el fuego y así cada grupo va preparando su fueguito para la comida. Guitarras y bailes en donde todos se relacionan en el mejor de los climas, surgiendo nuevas amistades y contactos, compartiendo una velada muy divertida. Cabe mencionar también que otro de los objetivos que se busca con la organización del Seminario de Producción Lechera para Estudiantes Universitarios este evento es el poder compartir entre docentes de distintas facultades para plantear y abordar pedagógicamente temas relacionados con la docencia en lechería, guiados e incentivados por diferentes actividades organizadas a tal fin, intercambiar ideas y formas de abordar la producción lechera compartiendo experiencias de cada región o país que nos enriquecen a todos. Desde nuestra institución queremos agradecer a la EEA INTA Rafaela por recibirnos siempre y por el esfuerzo que este evento implica, y a todos los docentes, como Hugo Álvarez y María Rosa Scala, que siempre motivaron para que se lleve a cabo. También a los que lo hacen actualmente para que esto siga ocurriendo. Además, destacar el grupo humano de



estudiantes de nuestra casa, que nos han representado siempre de la mejor manera desde la organización, el respeto, el servicio y sobre todo el compromiso. Seguramente los docentes y alumnos pasarán, pero alentamos a que esta experiencia educativa continúe formando parte de la malla curricular de nuestra asignatura como hasta el presente. ¡Las energías renovables son también humanas!

Bibliografía

Stevani, R; Sharry, S y Galarco, S. (2012). Estrategias para promover la motivación de los estudiantes de agronomía. IV Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias. Vol 2, 779-789. La Plata.

Perfiles de competencias digitales en estudiantes universitarios: diagnóstico y aportes para el diseño curricular en Ciencias Agrarias

Mansilla, Carla M.¹; Becchio, Rosa M.^{2,3}

¹Cátedra de Informática ²Cátedra de Formación Humanística ³Asesoría Pedagógica. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral

carmans@fca.unl.edu.ar

En el contexto actual de la educación superior, la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y de la Inteligencia Artificial (IA) configura un proceso de transformación que atraviesa tanto las prácticas de enseñanza como los modos de acceso al conocimiento. Este proceso se inscribe en un escenario más amplio de transición hacia formas de “universidad digital”, entendida no solo como incorporación tecnológica sino como reconfiguración de prácticas, actores y estructuras institucionales (Salinas Ibáñez y Marin, 2018). No obstante, dicha transformación convive con tensiones asociadas al “tecnosolucionismo”, es decir, la tendencia a atribuir a la tecnología la resolución de problemas educativos complejos sin considerar las condiciones pedagógicas y contextuales (Solé Blanch, 2025), así como con enfoques que priorizan el rendimiento individual por sobre la construcción colectiva del conocimiento (Adell, 2002). En este marco, se presenta una investigación desarrollada en la asignatura electiva *Herramientas TIC* de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL). Se trata de una asignatura de carácter transversal, abierta a estudiantes de distintas carreras, facultades y años académicos. Esta condición configura un espacio de aula caracterizado por una marcada heterogeneidad en las trayectorias formativas y en los saberes tecnológicos de los estudiantes. El estudio tuvo como propósito analizar la autopercepción de las competencias digitales y los hábitos de uso tecnológico de los estudiantes, con el fin de generar insumos que contribuyan al diseño de propuestas formativas ajustadas a dicha diversidad. Para ello, se aplicó un cuestionario estructurado mediante formulario de Google durante las primeras clases del ciclo lectivo 2026. En la experiencia participaron 38 estudiantes, 2 docentes y una alumna adscripta vinculados a la asignatura. El cuestionario fue elaborado por el equipo docente a partir de dimensiones frecuentemente abordadas en estudios sobre competencias digitales en educación superior, incluyendo acceso tecnológico, ofimática, internet, seguridad informática y uso de IA. Las respuestas obtenidas fueron procesadas mediante análisis descriptivo de frecuencias y porcentajes. Los resultados muestran un acceso tecnológico universal (100% teléfonos móviles, 91% computadoras portátiles) y un alto consumo digital (74% tiempo de exposición a pantallas supera las 4 horas diarias). No obstante, se identifican diferencias significativas en el manejo de herramientas con fines académicos: mientras el 82% domina redes sociales, solo el 23% posee conocimientos avanzados en planillas de cálculo y apenas el 18% aplica IA de forma crítica. Esto da cuenta de un desacople entre el uso cotidiano de la tecnología y el conocimiento técnico o conceptual necesario para el ámbito universitario. En ofimática, el dominio es aceptable en procesador de texto (58%) y presentaciones (64%), pero cae drásticamente en planillas de cálculo, donde apenas un 23% logra identificar correctamente la lógica de funciones y referencias, evidenciando dificultades críticas en la lógica de formulación. Persisten confusiones conceptuales en relación con el uso de internet: solo el 32% diferencia la World Wide Web (WWW) del protocolo de red y un 41% desconoce pautas básicas de seguridad. Estos datos evidencian la urgencia de una alfabetización digital crítica que supere el uso superficial de las herramientas. Un aspecto relevante del análisis es el uso de la IA, que revela una brecha significativa (Figura 1). Esta diferencia permite categorizar a los estudiantes en “adoptadores tempranos”, quienes emplean herramientas como ChatGPT o Gemini de forma avanzada y crítica, verificando fuentes y reformulando respuestas, y una “mayoría tardía” que las utiliza de manera ocasional o con fines más bien instrumentales (Adell, 2002). En consecuencia, la disparidad observada tanto en ofimática como en el uso de IA confirma la existencia de un “abismo”

entre los visionarios tecnológicos y los pragmáticos. Esto plantea el desafío de que la institución construya “puentes” mediante recursos didácticos específicos y estrategias de acompañamiento sostenido, orientadas a favorecer una apropiación más crítica y significativa de estas herramientas en el ámbito académico (Geoghegan, 1994, como se citó en Adell, 2002).

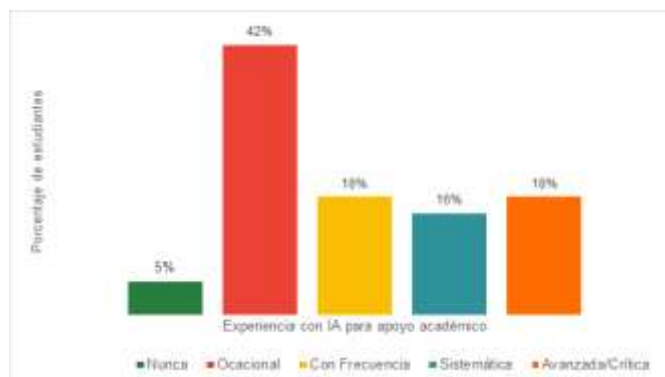


Figura 1. Autopercepción de la frecuencia de uso de herramientas de IA generativa en el estudio.

La diversidad de perfiles observada no se limita a las competencias tecnológicas, sino que también se vincula con la procedencia disciplinar y la trayectoria académica de los estudiantes. La coexistencia de alumnos de distintas carreras y niveles de avance configura un escenario que demanda estrategias didácticas flexibles, capaces de atender distintos puntos de partida. En este sentido, la asignatura electiva se constituye no solo como un espacio de formación, sino también como un dispositivo de inclusión digital dentro de la universidad. A partir de estos hallazgos, el diseño curricular en el área de TIC no debería limitarse a la enseñanza instrumental, sino orientarse al desarrollo de competencias digitales en sentido amplio, incorporando dimensiones críticas y contextuales. (Núñez et al., 2024). Asimismo, resulta necesario contemplar la heterogeneidad del estudiantado mediante propuestas que integren instancias de diagnóstico, actividades diferenciadas y estrategias de aprendizaje colaborativo. Tal como señalan Salinas Ibáñez y Marin (2018), la transformación digital universitaria requiere el desarrollo de enfoques pedagógicos que contemplen la diversidad de trayectorias y niveles de competencia de los estudiantes, promoviendo así una integración más inclusiva y significativa de las tecnologías.

En síntesis, el diagnóstico de competencias digitales constituye un insumo clave para orientar las decisiones formativas. Solo mediante la comprensión de que la innovación es un proceso social que requiere tiempo, liderazgo y soporte constante, se podrá garantizar que las nuevas tecnologías en las ciencias agrarias se traduzcan en beneficios pedagógicos reales y no en una mera superposición de herramientas digitales sobre prácticas tradicionales. (Adell, 2002).

Bibliografía

Adell, J. (2002). *El fomento de las nuevas tecnologías aplicadas a la formación presencial y a distancia en la universidad* [Documento de trabajo]. Universitat Jaume I.

Núñez, N., Matas, A., Ríos, J. M., & Llatas, L. J. (2024). Competencias digitales en estudiantes universitarios: Análisis de las condiciones tecnológicas de la educación superior. *Revista de Ciencias Sociales*, XXX (Número Especial 10), 243–256

Salinas Ibáñez, J., & Marin, V. I. (2018). Las diferentes concepciones de la universidad digital en Iberoamérica. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 97–118. <https://doi.org/10.5944/ried.21.2.20653>.

Solé Blanch, J. (2025). Tecnosolucionismo y pedagogía en la era digital del capitalismo. *Digital Education Review*, 45, 171–180.

Evaluación de la aplicación del enfoque Enseñanza para la Comprensión de la asignatura Anatomía y Fisiología Animal en Ingeniería Agronómica

Muñoz, Griselda; Tolini, María Fernanda; Celoria, Fiorela; Cordini, María Nazarena; Garfagnoli, Ramiro

Cátedra de Anatomía y Fisiología Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR)

mgriselda01@gmail.com

El enfoque pedagógico Enseñanza para la Comprensión (EpC) propone transformar las prácticas docentes para superar la educación memorística y fomentar la construcción de un pensamiento crítico y reflexivo. Noguez Córdoba et al (2023) investigaron una experiencia colaborativa entre profesores universitarios que implementaron actividades basadas en la EpC demostrando que “Los estudiantes aprecian el acercamiento y cambio de modalidad de trabajo en las clases, más centradas en realizar actividades y el trabajo en equipo, aunque muchas veces sienten cierto desconcierto...” (p.46). Por ello, y dado que la EpC se aleja de los modelos tradicionales de enseñanza, cada equipo docente “... aborda el proceso a su manera, según su estilo de trabajo, el tiempo y los recursos de que dispone, la materia y el grupo específico de alumnos para los que planifica (Manuale y Medina, 2005, p. 23). Asimismo, cualquier cambio introducido debe ser evaluado dado que innovar “...constituye un proceso continuo y no un método que los docentes perfeccionan e instrumentan de una vez y para siempre.” (Ocampo González, 2015, p.104). En la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, la cátedra Anatomía y Fisiología Animal introdujo un cambio pedagógico en el dictado de la asignatura homónima, según los cuatro ejes conceptuales de la EpC: 1- Tópicos generativos: selección de temas centrales de la disciplina, accesibles y motivadores; 2- Metas de comprensión: definición clara y concreta de qué se espera que comprendan los estudiantes; 3- Desempeños de comprensión: diseño de actividades variadas y novedosas, cuya resolución requiere operaciones de pensamiento de complejidad creciente; y 4- Evaluación diagnóstica continua: seguimiento y retroalimentación a través del uso del portafolios. La asignatura Anatomía y Fisiología Animal se ubica en 2° año de Ingeniería Agronómica, posee una carga horaria de 65 horas e inicia el trayecto formativo en producción animal con Nutrición Animal (3° año), Forrajes (4° año) y Sistemas de Producción Animal (5° año). La cátedra la integran una profesora titular, una profesora adjunta, una jefa de trabajos prácticos, un jefe de trabajos prácticos y una ayudante de primera categoría. Los/as estudiantes (100-110 aproximadamente) se distribuyen en 4 comisiones, cada una a cargo de dos docentes. El dictado comprende 10 clases teórico-prácticas (3hs) y actividades asincrónicas dispuestas en la Plataforma Comunidades UNR.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la incorporación del enfoque EpC en el dictado de la asignatura Anatomía y Fisiología Animal correspondiente al año 2025. Se llevó a cabo una investigación cualitativa, enmarcada en los paradigmas hermenéutico-reflexivo y sociocrítico. La recolección de datos combinó dos técnicas: encuesta de opinión aplicada al estudiantado (semiestructurada, anónima y voluntaria) y análisis de contenido de las actividades dispuestas en el portafolios, ambas según lo dispuesto por el Comité de Ética. Los datos fueron procesados utilizando el método Teoría Fundamentada: 1- Microanálisis de datos; 2- Sistematización en matrices individuales y combinadas; 3- Análisis interpretativo y construcción de categorías descriptivas y explicativas.

Los principales resultados de las encuestas, respondidas por el 41% del estudiantado, fueron los siguientes: - Tópicos generativos: los encuestados valoraron la articulación entre la teoría disciplinar y la práctica profesional agronómica, así como la contextualización de los aprendizajes “... por el hecho de que sean situaciones reales que ocurren en las prácticas profesionales.”. Destacaron las clases en los módulos productivos como “... una buena manera de llevarlo a la realidad no quedándose solo con la clase teórica o lo que diga el libro...”. El 67% manifestó haberse sentido

motivado a participar en las actividades y el 93% consideró lo aprendido relevante para la futura práctica profesional; - Metas de comprensión: los encuestados reconocieron que la enseñanza tuvo dos grandes metas: aprender el contenido disciplinar (cognitiva) y aprender a aprender (metacognitiva), lo cual se evidencia en las palabras que abiertamente utilizaron para describir la propuesta de enseñanza: “relacionar”, “integrar”, “comprender” y “aplicar”; - Desempeños de comprensión: la mayoría destacaron que los prácticos de laboratorio, las clases en el campo y la elaboración de mapas conceptuales les sirvieron para “...relacionar todos los contenidos y ver cómo funcionan en un todo.” y “...explicar con nuestras palabras y no tan como dice el libro.”. Señalaron el trabajo grupal “... como una gran herramienta de cara al futuro, porque nos enseña a relacionarnos y debatir...” aunque, por otro lado, se registró una opinión negativa con respecto al cumplimiento de los roles: “...siempre terminamos haciéndolo una o dos personas.”. Al respecto, se advierte la necesidad de incorporar la construcción de capacidades socioemocionales, útiles para gestionar los conflictos y funcionar como equipo; - Evaluación continua: el 98% consignó que para aprobar las evaluaciones es necesario comprender, relacionar y aplicar los conocimientos, así como memorizar contenidos y el 76% señaló que la retroalimentación ayuda a mejorar el aprendizaje, lo cual demuestra la utilidad del portafolios como instrumento para articular la enseñanza con la evaluación formativa. En este sentido, expresaron que les resultó de mucha utilidad “La entrega de trabajos de manera constante.”, “Estudiar antes de la clase, ir con las cosas leídas...” y “El repaso general que se hace al final de la clase de todo lo visto.”. Por otra parte, los resultados del análisis de contenido de las producciones compiladas en el portafolios, mostró que cuanto más complejos fueron los desempeños de comprensión solicitados, mayores fueron las dificultades para comprender las consignas, así como para realizar las actividades. La mejora gradual en las producciones corroboró la importancia de lograr una retroalimentación más centrada en la construcción de estrategias metacognitivas, utilizando la pregunta y el error como recursos didácticos. El registro de las retroalimentaciones evidenció que, progresivamente, los estudiantes fueron capaces de lograr una mayor implicación, responsabilidad y gestión de las emociones negativas (temor, angustia, ansiedad, entre otras). A partir del análisis integrado de los resultados, es posible concluir que la implementación del enfoque de la EpC en la enseñanza de Anatomía y Fisiología Animal no solo resultó de utilidad para superar la educación memorística, sino que, además, contribuyó con la construcción de herramientas metacognitivas indispensables para la formación profesional continua. De igual modo, se concluye sobre la importancia de ampliar y profundizar en el desarrollo de una didáctica especial de las ciencias agropecuarias.

Bibliografía

MANUALE, M. Y MEDINA, K. (2005) Enseñanza para la Comprensión: Algunas Orientaciones didácticas. *Revista Aula Universitaria*, 7 (18-24) Disponible en: <https://doi.org/10.14409/au.v1i7.1012> [Acceso: 13 de marzo de 2025]

NOGUEZ CÓRDOBA, M. A., BARKOVICH, M., LÓPEZ CHIMIL, M., & VÁZQUEZ PADILLA, R. (2023). Diseño de actividades bajo el marco de enseñanza para la comprensión en el primer año universitario. *Cultura Científica Y Tecnológica*, 20(3), E39-E48. Disponible en: <https://doi.org/10.20983/culcyt.2023.3.2e.4> [Acceso: 5 de abril de 2025]

OCAMPO GONZÁLEZ, A. (2015) La enseñanza para la comprensión en el aula de educación superior y su complejidad para una construcción pedagógica más oportuna a las necesidades de sus estudiantes. *Revista electrónica de la Red Durango de Investigadores Educativos*, 7 (13), 93-107 Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/497419> [Acceso: 17 de febrero de 2025]

El aprendizaje basado en problemas como puente entre la teoría de topografía agrícola y la práctica profesional agronómica

Scallly, Virginia; Colazo, Juan Cruz

Cátedra Topografía Agrícola. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de San Luis.
yscallly@email.unsl.edu.ar

La incorporación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el ámbito universitario requiere de un cambio pedagógico en la enseñanza de las disciplinas. Díaz Barriga (2005) define el ABP como "...el planteamiento de una situación problema, donde su construcción, análisis y/o solución constituyen el foco central de la experiencia, y donde la enseñanza consiste en promover deliberadamente el desarrollo del proceso de indagación y resolución del problema en cuestión."

Escribano et al (2008) señalan que la adopción de este tipo de metodologías supone un cuestionamiento de sus propias teorías en uso, dado que los modelos pedagógicos tradicionales, como la clase teórica magistral, ya no son suficientes para que los estudiantes construyan competencias profesionales vinculadas con los problemas reales y típicos de la región. Al respecto, la cátedra Topografía Agrícola, a cargo del dictado de la asignatura homónima en la carrera Ingeniería Agronómica en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis (Argentina), diseñó e implementó una innovación pedagógica con el propósito de mejorar la articulación entre los contenidos teóricos y la práctica profesional. La identificación del problema que motivó el cambio pedagógico conlleva varios años de observaciones y discusiones en el equipo docente, conformado por un profesor y una jefa de trabajos prácticos. Concretamente, la innovación comprende el desarrollo de un Trabajo Final Integrador basado en el uso del ABP. Los estudiantes se distribuyen en pequeños grupos, a cada uno de los cuales se les asigna un problema previamente elaborado por los docentes (Ej. necesidad de llevar agua de un lote a otro, encharcamiento de calles y corrales en un feedlot, parque público que requiere riego, erosión hídrica en lotes agrícolas, entre otros). Un componente vital es el andamiaje pedagógico, donde los docentes orientan la búsqueda bibliográfica, proveen el instrumental, colaboran con la organización de las actividades de campo y facilitan recursos didácticos dispuestos en el aula virtual. También se llevan a cabo tutorías para que los estudiantes identifiquen sus propias necesidades de aprendizaje y construyan herramientas metacognitivas. La temporalidad combina una semana de investigación autónoma con una jornada intensiva de taller presencial, dispuesta al final del cronograma. Esta dinámica entrena al estudiante en competencias transversales clave: gestión del tiempo, síntesis de información y resolución de conflictos técnicos, habilidades que autores como Presutti (2010) consideran esenciales para el perfil del ingeniero agrónomo contemporáneo. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el uso del ABP implementado en las cohortes 2024 y 2025 para mejorar la articulación entre la teoría de topografía agrícola y la práctica profesional agronómica. La metodología de investigación fue de tipo cualitativa y combinó dos técnicas: encuesta de opinión a estudiantes, administrada a través de una aplicación online (cuestionario semiestructurado, voluntario, anónimo y confidencial) y evaluación de las actividades desarrolladas por los estudiantes. Los datos registrados fueron sistematizados, analizados e interpretados por el equipo docente con la colaboración de una especialista en el tema. Con respecto a la encuesta aplicada a la cohorte 2024, respondida por el 67%, surge que la percepción de los estudiantes sobre la dinámica y efectividad del taller fue altamente positiva: El 100% de los encuestados consideró que las explicaciones sobre la metodología de trabajo fueron de "Muy buenas" a "Excelentes" y que se logró articular los conocimientos teóricos con la práctica de campo. El 93% calificó la dinámica del Taller de Integración como "Muy buena" o "Excelente". El 85% manifestó que el ABP aumentó su interés y motivación. El análisis cualitativo de las respuestas evidenció que los estudiantes valoraron que el taller "volvió palpable la teoría" al trabajar sobre un problema real, dándoles herramientas tangibles para su futura profesión. También que el docente guiara los

aprendizajes, permitiendo que los grupos resolvieran los errores de forma autónoma: "Fue clave poder equivocarnos y corregir en el momento con el instrumental". No obstante, manifestaron preocupación sobre la "intensidad" temporal, sugiriendo que, la carga de trabajo fue alta debido a la simultaneidad con otras materias. Las encuestas 2025, respondidas por el 88%, mostraron que el 100% del estudiantado calificó las explicaciones iniciales sobre el ABP como "Muy buenas", señalando que el taller facilitó la integración teórico-práctica y destacando su utilidad para el desempeño laboral futuro. El 93% consideró la dinámica del taller como "Muy buena". El 87% reportó que el ABP aumentó significativamente su compromiso con la asignatura. El análisis cualitativo de las opiniones evidenció que la participación activa logró un aprendizaje profundo: "Me gustaron mucho las prácticas porque volvió más palpable la teoría, y nuestra participación ayudó mucho". Valoraron positivamente la autonomía en la toma de decisiones técnicas, incluso ante dificultades: "En los momentos de consulta pude solucionar las dudas y eso nos permitió seguir con el trabajo por nuestra cuenta". Al igual que la cohorte 2024 mostraron preocupación por la dedicación de tiempo, ya que la "alternancia" con otras asignaturas les afecta el ritmo de compromiso. De la evaluación de las actividades surge que la motivación y el compromiso se mantuvieron en niveles óptimos, en coincidencia con lo expresado con los estudiantes, el recorte temporal de la experiencia y la simultaneidad con otras asignaturas, afectaron el logro de aprendizajes. En el trabajo grupal se identificó una adecuada distribución de roles y capacidades de colaboración y de relación saludable. Se reconoció un correcto empleo de metodologías e instrumentos de medición y construcción de competencias comunicativas. La evaluación del uso del ABP corrobora su potencial para incrementar la articulación entre la teoría y la práctica, favorecer la motivación y fortalecer la construcción de competencias comunicativas. Situar al estudiante frente a problemas auténticos no solo mejora sustancialmente los aprendizajes, sino que, además, consolida la enseñanza de la Topografía Agrícola como un instrumento crítico para la planificación sustentable de sistemas agropecuarios dentro de la currícula del futuro ingeniero agrónomo.

Bibliografía

DÍAZ-BARRIGA ARCEO, F. (2005). Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida. McGraw-Hill.

ESCRIBANO, A. y DEL VALLE, A. (2008). El aprendizaje basado en problemas: Una propuesta metodológica en educación superior. Narcea.

PRESUTTI, M. E. (2012). Aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia didáctica entre la enseñanza y la práctica profesional [Publicación]. IV Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias, La Plata, Argentina.

De los recursos naturales a las ciencias ambientales

Elvio Galati

Epistemología y Metodología de la Investigación Científica. Licenciatura en Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

elviogalati@gmail.com

La evaluación institucional estudia las relaciones entre asignaturas de un plan de estudios para mejorarlo. El objetivo del trabajo es evaluar la “Licenciatura en Recursos Naturales” (LRN) de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), comparándola con el estudio de las ciencias ambientales y la conveniencia de transformarla en una ingeniería ambiental. El marco teórico es el pensamiento complejo, el transdisciplinario y la Organología, que es la nueva filosofía de la ciencia que la estudia con módulos ampliables que incluyen la filosofía, la historia de la ciencia, la gnoseología, la epistemología, la metodología, la técnica, la ética, la política, la Universidad y la crítica, a fin de dotar al investigador, profesional o estudiante de herramientas para que cree su conocimiento científico o técnico, o aprendizaje (Galati, 2024). La metodología es cualitativa, con el ensayo, el estudio de caso instrumental más la documentación y el análisis de contenido. La fuente es el plan de estudios. Como resultado, el plan de estudios consta de 35 materias, de las cuales el 80% corresponde a asignaturas que se agrupan en los siguientes conjuntos: “química”, “biología”, “vegetales”, “animales” y “generales”. El otro 20% corresponde a la “minoría social” en la que tenemos: epistemología, metodología de la investigación, tesina, legislación ambiental, inglés, cursos electivos e informática. No hay una mirada filosófica y de las ciencias sociales en dicho plan. Un plan de estudios debe ajustarse al tiempo histórico actual y avizorar el futuro, analizándose por sus ausencias. No se tratan en particular los bosques y todo lo derivado del agua: océanos, ríos, lagunas, etc.; tampoco el “aire”. Falta un tratamiento de las energías en particular, como el petróleo, el viento, el gas, el sol, la electricidad, la hidroeléctrica, la geotérmica, la nuclear, etc. Falta también la disciplina que trabaje esos medios naturales y los transforme, conservándolos, como las áreas de gestión o “economía ambiental”. Otro gran ausente es el estudio del ser humano, tratado por la “antropología”, y la sociedad, tratada por la “sociología”, que forman parte imprescindible de la naturaleza y, sobre todo, al interactuar con ella. Es importante estudiar lo urbano, el periurbano, lo rural, sus relaciones y las relaciones de ambos con el ambiente. Falta la “integración curricular” o una “teoría general del ambiente” que articule todo lo aprendido (Paruelo, 2017). La “introducción a los recursos naturales” debería dar paso a la “introducción a las ciencias ambientales” o como las llama Morin: “ciencias de la Tierra”. Otro faltante fundamental es la “ética”, para la preservación de la entidad de animales, vegetales, ambiente, sujetos, sean de investigación, futuros colegas o ciudadanos. La problemática ambiental no es neutra y la agroecología se pregunta por el “buen vivir”. Todas estas disciplinas son imprescindibles para decidir, por ejemplo, si la atrazina es o no cancerígena. No hay prácticas profesionales, es decir, espacios de interacción con la comunidad, la naturaleza o el ambiente en donde los futuros profesionales pongan en práctica lo aprendido, como un acuario, una granja abierta al público, un vivero, parques, reservas, el Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas (SIPA) que tiene la FCA, la diplomatura de pregrado en transición agroecológica, etc. Falla la denominación de la carrera, ya que los “recursos” vienen de la Economía, viéndose a los medios de la naturaleza como unidades de análisis que producen confort a los seres humanos. Como Vélez Sársfield cuando trataba a los animales como cosas. Cuando se llama “natural” a los recursos se los separa de cualquier intervención humana, como si existieran objetivamente allí, con independencia del ser humano, cosificándolos. Se plantea una concepción de la naturaleza instrumental y ahistórica. Se reduce un concepto rico a algo meramente cuantificable. La filosofía es fundamental para cuestionar y la gnoseología estudia todos los conocimientos no-científicos que la Epistemología debe considerar de la mano de las ciencias ambientales y la agroecología, que nos interpelan con otros saberes. Los contenidos mínimos de “Epistemología” responden a una visión

simplista. La metodología incluiría su parte filosófica, su parte científica, los enfoques, las herramientas y los elementos del proyecto de investigación. La “tesina” debería incluir un taller de tesis donde se ponga en práctica lo pensado en metodología. Si bien el plan de estudios jerarquiza más al ingeniero que al licenciado, en el fondo, terminológicamente, son indistintos. Como discusión, la contextualización histórica del plan de estudios, analizando el clima de época, permite ver cómo la Biología ha perdido poder, de la mano de una ciencia sin análisis de sus consecuencias, criticándose el modelo médico-hegemónico, el patriarcado, la identificación por la conformación anatómica y biológica, la filiación convencional, la religión. Se promueve incorporar lo “no-científico” para valorar las tierras, como los conocimientos ancestrales, climatológicos y ecológicos de los campesinos. La excesiva fragmentación perjudica a las universidades, despedazadas en facultades y materias. La misma se ve también en la burocracia del Estado, a la hora de controlar los fitosanitarios tóxicos como la atrazina. Lo *trans* deja abierta la posibilidad de traspasar las fronteras de las disciplinas y los conocimientos clásicos en búsqueda de lo desconocido. Los OGM plantean una intervención intensa de la tecnología humana que involucra el tratamiento de otro nivel de realidad. La división se ve también en el ser humano agropecuario, dejándose de lado el nivel de realidad subjetivo del productor o campesino. El determinismo del programa está también fuera de época, habiendo pasado ya el siglo XX que dio a luz la física cuántica. La Postmodernidad inicia con hitos clave que demuestran la relatividad de las posturas: la mecánica cuántica, internet, la clonación, el desciframiento del genoma humano y el poder de la genética, la bomba atómica y la caída del Muro de Berlín. Internet borra las fronteras, algo que necesita el capitalismo para que circulen bienes y personas, lo que le permite anunciar a Francis Fukuyama el “fin de la historia”. Una idea base del capitalismo, la fragmentación o división del trabajo, atraviesa todos los aspectos de nuestras vidas. Algo contra lo que luchará la complejidad. Hijo de Nietzsche, el ser humano cruza otro límite, jugando a ser Dios o asumiendo las cualidades que en las edades anteriores le había dado a Dios. Así se ve con los avances en genética, clonación, desciframiento del genoma humano. Una nueva especie asoma. Los viajes estelares le acercan un universo que, sin embargo, en expansión, cada vez se aleja más de él. La misión Artemis II lo lleva a la distancia más lejana que un ser humano pudo lograr: más de 400.000 km. desde la Tierra. Y ese poder sin límites puede llegar también a la exterminación total, con la bomba nuclear y la “inteligencia artificial”. El antropoceno y el tecnoceno plantean un futuro incierto. La pulsión de vida, *eros*, y la pulsión de muerte, *thanatos*, juegan una lucha siempre presente. Todo empieza cuando los físicos, en particular Albert Einstein y su teoría de la relatividad se atreven a desafiar lo absoluto del tiempo y espacio que había pensado Isaac Newton. La Sociología y el Derecho funcionarían como diagnosticadores y la Política como horizonte o utopía. La contaminación ambiental, la erosión de los suelos, la degradación de la atmósfera, la polución de los ríos y vías navegables implica la intervención humana que hay que analizar. Concluyendo, el surgimiento de las ciencias ambientales, para entender la relación entre el ser humano y la naturaleza es viable en el marco de las ideas inter y transdisciplinarias, necesarias para articular saberes diversos e igualmente valiosos.

Bibliografía:

Galati, E. (2024). *Organología o la nueva organización de la investigación. Lineamientos epistemológicos y metodológicos del pensamiento complejo*. Rosario: UNR Editora.

Paruelo, J. (2017). Las ciencias ambientales en la universidad. La formación de sus profesionales. En M. C. Plencovich y otros (eds.). *La investigación en las ciencias ambientales*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, pp. 85-94.

Análisis del cambio de plan de estudios y las trayectorias estudiantiles en Química General e Inorgánica (FCA - UNR)

Lazzarini, Agustina Luz; Amato, Lucía Dolores; Giuntoli, Gustavo; Mancini, Micaela.

Cátedra de Química General e Inorgánica, Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) - Universidad Nacional de Rosario (UNR).

agustinalazzarini@hotmail.com.ar

Los procesos de actualización curricular en la educación superior buscan adecuar la formación a las demandas sociales, científicas y profesionales actuales. En este marco, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario implementó en 2024 un nuevo plan de estudios para Ingeniería Agronómica (Res. C.S. N.º 414/2023), en reemplazo del plan 2000. Este rediseño promueve la integración de contenidos, la flexibilización de trayectorias y el fortalecimiento del acompañamiento estudiantil, con una orientación sistémica y compromiso socioambiental. En consonancia con los aportes de Camilloni (2013), estas transformaciones responden a una concepción del currículum universitario como un dispositivo dinámico, que debe reorganizarse para favorecer recorridos formativos más flexibles, diversificados y centrados en el estudiante. En la asignatura Química General e Inorgánica (QGeI), ubicada en el primer año, se introdujeron cambios como la reducción de carga horaria, estrategias de apoyo al ingreso, la contextualización de los trabajos prácticos sobre temáticas agrícolas y la incorporación del espacio “Vida Universitaria”, entre otros. Estos cambios reflejan el pasaje hacia propuestas más integrales e interdisciplinarias y refuerzan el rol clave del primer año en el ingreso, la permanencia y la construcción de trayectorias académicas. QGeI reafirma su función articuladora al vincular contenidos conceptuales con el campo profesional. No obstante, persisten desafíos asociados a la heterogeneidad de saberes previos y a la adaptación a la vida universitaria, evidenciados en niveles de insuficiencia y abandono. En este contexto, el análisis de indicadores académicos resulta fundamental para evaluar el impacto del nuevo plan y orientar decisiones pedagógicas que fortalezcan las trayectorias estudiantiles. El presente trabajo tiene como objetivo analizar comparativamente los indicadores de regularidad, insuficiencia y abandono en QGeI entre las cohortes 2022–2025, a fin de evaluar el impacto del nuevo plan en las trayectorias estudiantiles. Para ello, se relevaron y sistematizaron datos institucionales de la asignatura, a partir de los cuales se construyeron tres indicadores:

- Regulares: estudiantes que alcanzaron la condición de regularidad.
- Insuficientes: estudiantes que no alcanzaron los criterios mínimos de aprobación de cursada.
- Abandonaron: estudiantes que interrumpieron la cursada antes de su finalización.

Los indicadores se calcularon en función del total de estudiantes activos, sin considerar los estudiantes inscriptos que no se presentaron a al menos una de las instancias evaluativas. El estudio comprende cuatro cohortes anuales: dos previas al cambio de plan de estudios (2022 y 2023) y dos posteriores a su implementación (2024 y 2025). En la Tabla 1 se detallan y observan los datos.

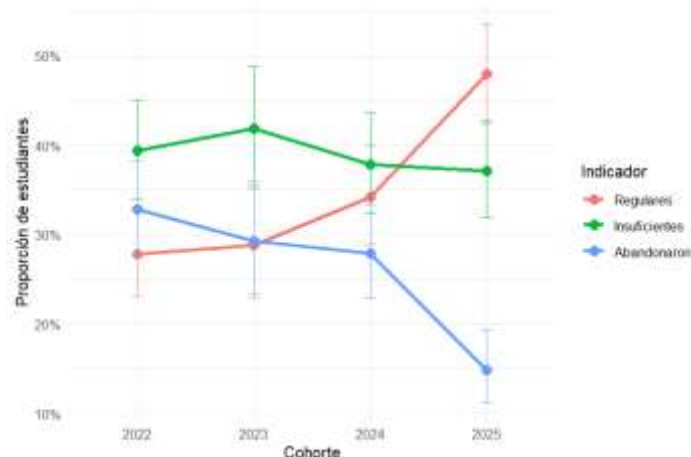
Tabla 1. Indicadores de estudiantes regulares, insuficientes y que abandonaron, para las cohortes 2022-2023-2024-2025.

Cohortes	Regulares	Insuficientes	Abandonaron
2022	89	126	105
2023	62	90	63
2024	103	114	84
2025	155	122	48

Se realizó un análisis de chi-cuadrado para evaluar la asociación entre cohorte y los indicadores, observándose diferencias significativas en la distribución de estudiantes regulares, insuficientes y abandonos entre las cohortes analizadas ($p=3,18e^{-08}$). En particular, se evidencia una tendencia hacia el incremento de estudiantes regulares y la disminución de los abandonos en las cohortes más recientes, especialmente en 2025. A fin de fortalecer la interpretación, se agruparon las cohortes en dos períodos (2022–2023 y 2024–2025), confirmandose diferencias significativas entre ambos ($p=1,89e^{-06}$). Este análisis consolidado refuerza la existencia de un cambio en la dinámica de las trayectorias académicas, caracterizado por una mejora en la regularidad y una reducción del abandono en el período más reciente.

En la Figura 1 se visualizan las proporciones de estudiantes que corresponden a cada indicador con intervalos de confianza del 95%, evidenciando una disminución sostenida de los abandonos y un incremento de estudiantes regulares hacia la cohorte 2025.

Figura 1. Visualización de las proporciones de estudiantes para los indicadores en distintas cohortes.



El análisis de estos resultados nos permite identificar transformaciones relevantes en las trayectorias estudiantiles estrechamente relacionadas con la implementación del nuevo plan de estudios. A partir de la cohorte 2024, se evidencia un cambio progresivo en la distribución de los indicadores, esta tendencia se consolida en 2025, donde la regularidad alcanza el 48%. Los cambios implementados sugieren una mejora en la retención y en la regularidad, aunque no necesariamente en el logro de los aprendizajes. No obstante, el análisis del indicador de insuficiencia sugiere que es el indicador que menos cambio. Esto podría deberse a que, si bien menos estudiantes abandonan, una proporción importante permanece en la cursada sin lograr alcanzar los aprendizajes esperados. Esto sugiere que las estrategias implementadas han sido efectivas para sostener la permanencia, pero aún presentan limitaciones en términos de garantizar aprendizajes significativos en todos los estudiantes. Si bien el cambio de plan de estudios no constituye el único factor que explica estas transformaciones, se considera que el rediseño curricular junto con las adecuaciones implementadas en QGeI, en la organización de contenidos, las estrategias de enseñanza y evaluación, han contribuido a fortalecer las trayectorias académicas de los estudiantes en la asignatura y consecuentemente en sus carreras. Como futuras perspectivas se propone avanzar hacia el desarrollo de dispositivos pedagógicos centrados en el acompañamiento académico personalizado y el fortalecimiento de evaluaciones formativas que permitan una retroalimentación continua.

Bibliografía

Camilloni, A. (2013). El saber didáctico. Buenos Aires: Paidós.

Resolución Consejo Directivo 414 de 2023 [Consejo Superior] Por la cual se establece la modificación del Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Agronómica, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR.

<https://fcagr.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2024/02/CS-414-23-2.pdf>

Eje 5

Economía, Extensión y Desarrollo Rural



Ciencia y Tecnología Agraria
XI Jornadas FCA-UNR - V Reunión Argentina-Chile

Familias ganaderas en el sur santafesino

Victoria Benedetto¹ y Evangelina Tifni²

¹Equipo Docente Sociología Rural FCA UNR, INTA Oliveros; ²Equipo Docente Sociología Rural, GEA FCA UNR // LASAR ISHIR

victoria_benedetto@hotmail.com

En las últimas décadas, la provincia de Santa Fe experimentó un marcado proceso de agriculturización, caracterizado por la expansión del modelo del agronegocio. Este modelo, basado en el monocultivo, el uso intensivo de agroquímicos y tecnologías paquetizadas, llevó a la disminución de explotaciones ganaderas, de superficies forrajeras y de formas de producción diversificadas. A la par, se observa una creciente concentración y tecnificación de la ganadería, desplazada hacia regiones centro-norte de la provincia. Según datos del Censo Nacional Agropecuario 2018, en esta provincia se observa una disminución del 39% de explotaciones ganaderas respecto a datos de 2002 pero la disminución de cabezas es menor (-27%) lo que permite inferir el proceso de concentración (*Albanesi y Propersi, 2020; Urcola y Tifni 2021*).

En este escenario, emergen experiencias productivas alternativas que integran la ganadería dentro de sistemas diversificados, de base familiar, con racionalidades distintas a las del modelo hegemónico. Estas familias, distribuidas principalmente en el sur santafesino, desarrollan la ganadería en lugares marginales para la agricultura como en islas, bajos y cañadas y otros incorporan la ganadería en suelos de aptitudes agrícolas como estrategia de diversificación productiva y de cuidado del suelo.

Estas experiencias, aunque dispersas y poco visibilizadas, representan formas de resistencia territorial y de producción de alimentos en condiciones saludables y soberanas. Sin embargo, se carece de una cartografía actualizada y analíticamente fundada que permita caracterizar estos sistemas. Esta falta de conocimiento limita el diseño de políticas públicas, dispositivos técnicos y estrategias de comercialización adecuadas para su fortalecimiento. Por tanto, nos proponemos caracterizar a las familias productoras que gestionan los sistemas de producción ganaderos con énfasis en la articulación entre unidad doméstica y productiva.

Desde un enfoque socio-técnico (*Picabea y Thomas, 2013; Escolá et al., 2018*), conocer a quienes gestionan estos sistemas de producción ganaderos contribuirá al diseño de soluciones socio-técnicas contextualizadas y pertinentes. La información la recabamos a partir de entrevistas en profundidad, encuestas de opinión, salidas a campo, talleres, observaciones y registros, encuentros de reflexión y debate.

En el cuadro siguiente se observa la caracterización realizada con los ejes de análisis utilizados para la sistematización de la información.

	GANADERÍA DE ISLA	GANADERÍA DE CAÑADA	GANADERÍA REGENERATIVA	GANADERÍA OPEN SOURCE	TAMBO
QUIÉN GESTIONA	Varones. Puesteros. Trabajo intelectual y físico. Varía la residencia	Varon, extra agrario. Sus hijos lo ayudan.	Varón. Perfil chacarero. Vuelta al campo. 1 flia vive en el campo	2 Varones. Hermanos. Vínculo con lo rural pero no con lo agrario.	Varón gestiona. Mujer distribuye productos. Una familia vive en el campo.
TIERRA	Diversas formas de acceso a las tierras	Alquila tierra.	Tierras propias y en alquiler bajo diversas modalidades	Propietarios y cededores de tierras	Campo familiar alquilado a sus hermanos
RESIDENCIA	Isla y Continente	Urbana	Urbana	Rural y urbana	Urbana

UBICACIÓN	Isla. Cercanía a lo urbano.	Tierras no agrícolas.	Tierras agrícolas. Propias y arrendadas.	Tierras agrícolas y no agrícolas.	Tierras agrícolas y no agrícolas.
PRODUCCIÓN	Ciclo completo. Diversificada	Terberos. Incorpora rodeo de búfalos para venta de carne.	Ciclo completo. Agricultura diversificada. Gallinas.	Ciclo completo a pasto.	Rodeo lechero producción de quesos y leche fluida.
COMERCIALIZACIÓN	Tradicional Consumidor final. Pluriingreso	Terberos a feed lot local, emprendimiento de venta de carne	Pollos y huevos a consumidor local. Ganadería tradicional. Pluriingreso	Tradicional. Pluriingresos.	Distribución local de quesos. Leche (Usina).
TECNOLOGÍA	El manejo del rodeo según el nivel fluvial. No utilizan suplementos. Utilizan recursos locales para infraestructura.	Pastoreo Rotativo (PR) Banquero. Realiza rollos en el periurbano. Utiliza descarte de granos. Integración de árboles.	PR. Cultivos de cobertura con pastoreo.	PR. Pasturas polifíticas con manejo agroecológico. Árboles y monte.	Guachera colectiva. Biopreparados.

Estas formas de gestionar y producir, aunque heterogéneas, comparten una serie de características comunes: trabajo familiar, integración de prácticas agrícolas y ganaderas, producción para autoconsumo y mercados locales, revalorización del suelo como bien común, preocupación por la salud y el ambiente, y una visión de la tecnología desde la adecuación y el diálogo de saberes.

A partir de lo aquí presentado, nos interesa continuar explorando en torno a las trayectorias socio-técnicas de estas familias, poniendo el foco en las *alianzas socio-técnicas* establecidas para sostener los manejos alternativos. Esto les implica afrontar el desafío de comercializar local y diferencialmente carnes pastoriles en manejos agroecológicos.

Bibliografía

ALBANESI, R.; PROPERSI, P. (2020). Transformaciones fundiarias y en el uso del suelo en la provincia de Santa Fe entre el CNA 2002 y el CNA 2018. *Revista Realidad Económica*, 334, 163-181.

ESCOLA, F et al (2018) “De la problemática individual a la gestión colectiva de soluciones. Análisis socio-técnico del caso del ascenso de napas en Marcos Juárez, Córdoba (2012-2016)” En Carrapizo, V (comp.) *Tecnología y sociedad : análisis de procesos de innovación y cambio tecnológico en diversos territorios rurales de Argentina*.

PICAEBA, F. y THOMAS, H. (2013) “Economía sustentable y cambio tecnológico. Los Sistemas Tecnológicos Sociales como herramienta para orientar procesos inclusivos de innovación y desarrollo en América Latina” Trabajo presentado en la Conferência Internacional LALICS 2013 “Sistemas Nacionais de Inovação e Políticas de CTI para um Desenvolvimento Inclusivo e Sustentável” 11 e 12 de Novembro, 2013 – Rio de Janeiro, Brasil

URCOLA, M. y TIFNI, E. (2021) “Reflexiones, hipótesis e interrogantes en torno a los resultados del CNA 2018 para la provincia de Santa Fe” En *Revista Pampa*

Actores claves y redundancia funcional en la apicultura de Patagonia Norte, Argentina

Céspedes, Fernando Nicolás^{1,2}; Ladio, Ana Haydeé¹

¹Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medio Ambiente, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas-Universidad Nacional del Comahue, Pasaje Gutiérrez 1425, S.C. de Bariloche 8400, Argentina. ²Cátedra de Botánica Agrícola, Instituto para el Desarrollo Agropecuario del Semiárido, Facultad de Agronomía y Agroindustrias-Universidad Nacional de Santiago del Estero, Ruta Nacional 9 Km 1134, Villa El Zanjón 4200, Argentina.

fernandonicolascspedes@comahue-conicet.gob.ar

La apicultura en Patagonia Norte es una actividad de desarrollo reciente. Promovida por instituciones públicas, se ha conformado como un sector de pequeños productores familiares que buscan diversificar sus ingresos y garantizar su soberanía alimentaria. Su evolución ha sido acompañada por diversos actores clave, quienes han facilitado la adaptación de esta actividad a las condiciones locales. Sin embargo, poco se ha analizado cómo la redundancia de las funciones de estos actores afecta al desarrollo de la apicultura y cómo interviene en los procesos de resiliencia del sistema. Con foco en la apicultura Patagónica/extra Pampeana, nos propusimos analizar el rol de los actores clave y la redundancia de sus funciones en el desarrollo de la apicultura en Bariloche, El Bolsón y localidades aledañas (Patagonia norte, Argentina). Se adoptó un enfoque cualitativo y etnográfico, combinando entrevistas semiestructuradas y en profundidad (Albuquerque *et al.*, 2014). Mediante la técnica de muestreo de bola de nieve, se entrevistó a 32 colaboradores durante 2025, obteniendo en todos los casos el consentimiento previo, libre e informado (ISE, 2006). Los testimonios se registraron en notas de campo y grabaciones (Guber, 2001), y se analizaron mediante la metodología de análisis del discurso. Se identificaron, caracterizaron y subcategorizaron los actores clave (3 categorías y 8 subcategorías) y las funciones que desempeñan (10 categorías). Se registró la redundancia funcional como el número de funciones que cada tipo de actor desempeña. Se calcularon frecuencias de menciones y se aplicaron pruebas de chi-cuadrado para comparar proporciones entre categorías. Se identificaron un total 51 actores clave indicados en 311 menciones. La mayor proporción correspondió a Instituciones Públicas (22 actores, 147 menciones), seguida por Referentes (18 actores, 108 menciones) e Instituciones Privadas (11 actores, 56 menciones), sin diferencias estadísticamente significativas ($\chi^2=3,64$; $p=0,162$). Dentro de las Instituciones Públicas, las subcategorías de áreas de incumbencia se distribuyeron homogéneamente: Soporte Técnico e investigación (8 actores y 51 menciones), Educación (formal y no formal) (7 actores y 52 menciones) y Estamentos de gobierno (7 actores y 44 menciones) ($\chi^2=0,107$; $p=0,948$). Entre las Instituciones Privadas se distinguieron Oferentes de insumos (9 actores y 33 menciones) y Agrupaciones de apicultores (2 actores y 23 menciones) sin diferencias ($\chi^2=1,197$; $p=0,274$). En cuanto a los Referentes, se observaron tres áreas de incumbencia sin diferencias: Técnico-normativo/Especialista sectorial (8 actores y 47 menciones), Técnico productivo (7 actores y 28 menciones) e Histórico-fundacional (3 actores y 33 menciones) ($\chi^2=1,978$; $p=0,372$). Al analizar las funciones realizadas por los diferentes actores clave se registraron un total de 401 menciones distribuidas entre las 10 categorías definidas. Las Públicas concentran el 48% (193 menciones) destacándose con las frecuencias más altas Capacitación/Formación, Fomento/Promoción/Políticas, Asesoramiento Técnico y Articulación Institucional. Los Referentes (30%, 122 menciones) tienen funciones destacadas en Asesoramiento Técnico, Articulación Institucional, Fomento/Promoción/Políticas y Capacitación/Formación. Y las Privadas (22%, 86 menciones) se especializaron en Provisión de Material Inerte/Insumos, Provisión de Material Vivo y Gestión/Compras colectivas. Los resultados indican que, según la percepción de los apicultores y colaboradores, las Instituciones Públicas desempeñan un rol central en la apicultura de Patagonia Norte. El análisis de redundancia funcional revela una estructura robusta y descentralizada en funciones de formación, asesoramiento y articulación (concentrada en el sector público) dotando al sistema de una gran resiliencia adaptativa

(Biggs *et al.*, 2022). Sin embargo, se identificaron/detectaron dos vulnerabilidades críticas: la provisión de insumos que depende casi exclusivamente de oferentes privados extra-patagónicos, exponiendo al sector a riesgos logísticos y de mercado; y el financiamiento presenta redundancia nula, recayendo exclusivamente en instituciones Públicas afectadas por severos recortes presupuestarios que ya han impactado en programas clave como por ejemplo el Programa Apícola INTA y Cambio Rural. La apicultura de Patagonia Norte enfrenta un dilema donde su principal fortaleza (rol central del Estado como motor inicial) constituye a la vez en su mayor vulnerabilidad. Se evidencia la necesidad de diversificar fuentes de financiamiento y fomentar proveedores locales de insumos para aumentar la resiliencia del sector apícola regional. Aunque estos hallazgos se basan en la percepción de colaboradores clave y no reflejan la totalidad de interacciones del sistema, aportan una base sólida para repensar políticas de desarrollo rural para la apicultura de Patagonia.

Bibliografía

ALBUQUERQUE, U.P.; LUCENA, R.F.P.; ALENCAR, N.L. (2014). Methods and techniques used to collect ethnobiological data. In: Albuquerque UP, Lucena RFP, da Cunha LVF (eds.), Methods and techniques in ethnobiology and ethnoecology, Springer, New York, United States. 15-37 p.

BIGGS, R.; DE VOS, A.; PREISER, R.; CLEMENTS, H.; MACIEJEWSKI, K.; SCHLÜTER, M. (2022). The Routledge handbook of research methods for social-ecological systems. Taylor & Francis. 526 p.

ISE. INTERNATIONAL SOCIETY OF ETHNOBIOLOGY (2006). Código de Ética de ISE. Disponible en: https://www.ethnobiology.net/wpcontent/uploads/ISECodeofEthics_Spanish.pdf [Acceso: 4 de abril de 2026]

GUBER, R. (2001). La Etnografía. Método, campo y reflexividad. Buenos Aires: Grupo Editorial Norma. 146 p.

Exportaciones de tabaco desvenado. Aporte al crecimiento de las economías regionales del NEA

González, Víctor Rolando; Piermatei, Cecilia; Cañete, Bárbara

Cátedra de Comercialización Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR)
ygonzalez@unr.edu.ar

El tabaco (*Nicotiana tabacum*) es una planta herbácea anual de la familia de las solanáceas, originaria del continente americano. Se trata de un cultivo particular dentro del sector agropecuario, dado que el principal producto comercializado es la hoja.

En Argentina, la producción de tabaco alcanzó las 119.644 toneladas en la campaña 2024/2025, de las cuales más del 40% se exportó como tabaco desvenado. La producción se concentra principalmente en las regiones del NEA y NOA, destacándose Misiones, Salta y Jujuy como las principales provincias productoras. Las exportaciones de tabaco desvenado constituyen un componente relevante de las economías regionales, evidenciando en 2025 un crecimiento interanual significativo. En este contexto, surge la necesidad de analizar si dicho crecimiento responde a una tendencia sostenida en el tiempo o a fluctuaciones coyunturales. El interrogante central del presente trabajo es determinar si las exportaciones de tabaco desvenado presentan una tendencia definida en el largo plazo. El objetivo es analizar la evolución de las exportaciones en términos de valor total (USD) y cantidades (toneladas) durante el período 2016–2025, a fin de identificar la existencia de patrones de comportamiento y posibles tendencias. El presente estudio es de carácter descriptivo y cuantitativo, basado en el análisis de datos secundarios provenientes de estadísticas oficiales de comercio exterior. Se trabajó con la serie histórica correspondiente a la posición arancelaria 240120 (tabaco desvenado), considerando Valor total exportado (USD) y Cantidades exportadas (toneladas). En una primera etapa se realizó un análisis gráfico de las series, seguido por la estimación de tendencias mediante el método analítico. Para modelar el comportamiento de largo plazo se utilizó una función polinómica de grado 3, de la forma:

$$y = c_0 + c_1x + c_2x^2 + c_3x^3$$

Este tipo de función permite capturar relaciones no lineales y cambios en la dinámica de las series. El ajuste se realizó mediante el método de mínimos cuadrados.



El análisis de la tendencia polinómica de los Valores exportados (USD) evidencia un comportamiento no lineal con múltiples cambios en la trayectoria de la serie. Se identifican cuatro etapas: Contracción inicial (2016–2019); Desaceleración de la caída (2019–2021); Profundización y mínimo (2021–

2023); Recuperación acelerada (2023–2025). El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,7975$) indica un buen nivel de ajuste del modelo, explicando aproximadamente el 80% de la variabilidad de los valores exportados (Gráfico 1).



Las cantidades exportadas (toneladas) presentan una dinámica similar, también caracterizada por un comportamiento no lineal. Se distinguen las siguientes fases: Contracción inicial (2016–2019); Desaceleración de la caída (2019–2021); Nuevo deterioro y mínimo (2021–2023); Recuperación (2023–2025). El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,7718$) refleja un ajuste adecuado del modelo para describir la evolución del volumen exportado (Gráfico 2).

El análisis conjunto de valores y cantidades permite observar que la recuperación reciente responde a una recomposición del sector exportador luego de un período prolongado de contracción. No obstante, resulta relevante evaluar la magnitud relativa del crecimiento en ambas variables. En caso de que el valor crezca a un ritmo superior al de las cantidades, ello podría indicar una mejora en los precios internacionales más que un aumento real del volumen exportado. Este comportamiento pone de manifiesto la vulnerabilidad del sector frente a factores externos, tales como la demanda internacional, los precios y las condiciones comerciales, aspectos que resultan determinantes para las economías regionales del NEA.

Las exportaciones de tabaco desvenado en Argentina no presentan una tendencia lineal sostenida, sino un comportamiento cíclico caracterizado por fases de contracción, estabilización y recuperación. La tendencia polinómica de grado 3 permite identificar un punto de inflexión reciente, a partir del cual se observa una recuperación significativa tanto en valores como en cantidades. Sin embargo, no es posible afirmar que dicha recuperación constituya aún una tendencia estructural consolidada, ya que podría estar influenciada por factores coyunturales. En este sentido, la evolución futura del sector dependerá de su capacidad para sostener y ampliar mercados externos, así como de su competitividad en el contexto internacional.

Bibliografía

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (2025) Informes Técnicos: Volumen 10 n° 51. Comercio exterior: Volumen 10 n° 4 Complejos exportadores. Buenos Aires: Ministerio de Economía. 21 p.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA GANADERÍA Y PESCA (2025) Acopio de Tabaco. Campaña 2024-2025. Coordinación de Tabaco. Área de Finanzas y Acopio. Buenos Aires: Ministerio de Economía. 15 p.

SENADO ARGENTINA (2024) Resumen Ejecutivo Mercado de Exportación Producto: Tabaco. Buenos Aires. 17 p.

Evolución económica de la actividad Cría Bovina en el Sur de Santa Fe. Período 2012 -2022.

Porstmann, Juan; Vigna, Cecilia; Arrizabalaga; Gonzalo; Zamaro, Luciano; Riolfo Violeta.

Cátedra Administración Rural; Facultad Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario (UNR).

jcporstmann@yahoo.com.ar

La cría bovina ha permanecido en la zona núcleo como una actividad asociada a restricciones de uso agrícola del suelo, por lo que es muy común encontrarla en suelos bajos con planteos de alimentación basados principalmente en el aprovechamiento de pastizales naturales. El Objetivo es analizar la evolución económica de la actividad cría bovina extensiva en el sur de Santa Fe y compararla con las actividades: agricultura, tambo e invernada del mismo período y región (Porstmann et. al. 2023, 2024 y 2025). En todos los casos la tenencia de la tierra se considera en propiedad. Para ello se modelizó la actividad cría bovina a través de la configuración de las variables representativas de estos sistemas, para el área de estudio (recursos forrajeros, carga animal y productividad), bajo el supuesto de asumir una tecnología de producción de nivel medio para dicha zona. El resultado económico se mide a nivel del Margen Bruto Directo (MBD), valor residual entre el Ingreso Directo (ID) y los Costos Directos (CD). Los precios y resultados económicos se expresan en pesos argentinos (ARS) en valores reales a junio 2022, utilizando el Índice de Precios Básicos del Productor (INDEC 2026). Los rubros del CD son: (i) Alimentación (pasturas perennes, verdeo de invierno y consumo de heno); (ii) Mano de Obra y (iii) Sanidad.

TABLA 1: Determinación del Margen Bruto Cría Bovina en ARS reales (2022) por ha. Campañas 2012/13 - 2021/22

CAMPAÑA	2012_13	2013_14	2014_15	2015_16	2016_17	2017_18	2018_19	2019_20	2020_21	2021_22
Carga vacas/ha	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Pasturas perennes	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Verdeo de invierno	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%
Rollos/ vaca	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Destete	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%
Producción kg/ha/año	126,5	126,5	126,5	126,5	126,5	126,5	126,5	126,5	126,5	126,5
Precio ternero/a \$/kg	201,9	247,4	305,1	326,3	306,5	253,7	240,6	320,3	327,6	335,5
Precio vaca refugo \$/kg	120,7	150,3	170,8	187,3	182,1	147,4	176,3	198,2	195,3	192,6
INGRESO DIRECTO \$/ha	18.507,1	22.974,3	27.978,3	29.316,2	28.149,8	23.381,4	23.762,4	30.686,5	30.410,3	30.855,6
Alimentación \$/ha	3.716,1	4.092,2	3.852,6	4.277,4	4.588,0	5.359,1	4.642,5	5.274,7	4.601,1	5.005,5
Mano de obra \$/ha	2.505,5	2.514,5	2.913,4	2.739,4	3.239,2	2.652,5	2.640,9	3.187,2	2.242,2	2.416,9
Sanidad \$/ha	777,0	949,3	1.297,3	1.263,5	1.477,1	1.215,7	1.093,9	1.360,2	1.153,2	1.096,3
COSTO DIRECTO \$/ha	6.998,6	7.556,0	8.063,4	8.280,3	9.304,4	9.227,4	8.377,3	9.822,2	7.996,4	8.518,7
MARGEN BRUTO \$/ha	11.508,5	15.418,3	19.914,9	21.035,9	18.845,4	14.154,0	15.385,0	20.864,4	22.413,9	22.336,9

Gráfico 1. Evolución del precio de la hacienda de Cría Bovina



Gráfico 2. Evolución del Ingreso Directo, Costos Directos y Margen Bruto Cría Bovina

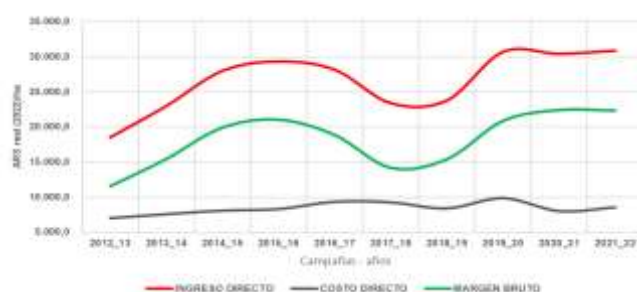
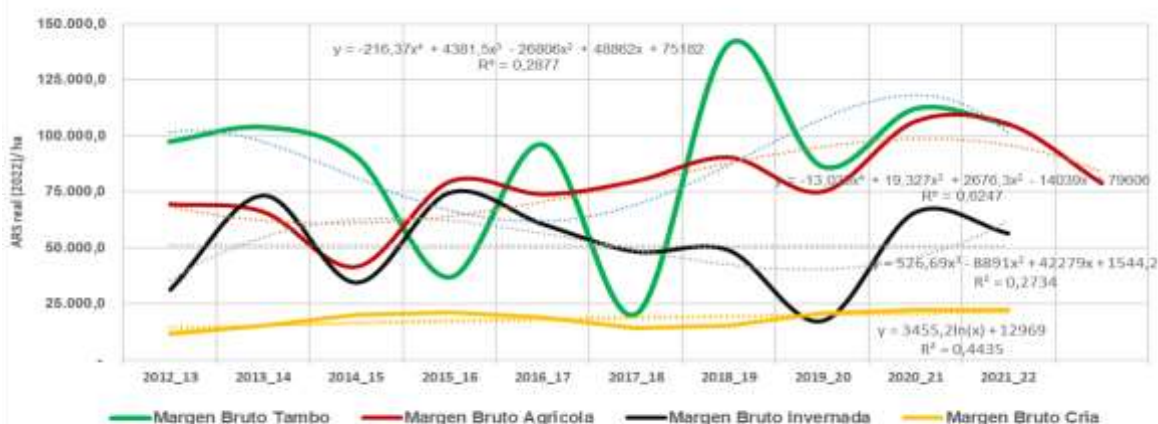


Gráfico 3. Evolución del MBD por actividad: Agricultura – Tambo – Invernada – Cría bovina. Tierra en propiedad



A los fines de comparar el riesgo económico de las distintas actividades se calculó el coeficiente de variación (CV) de la serie de MBD de cada actividad a partir del desvío estándar y la media de esta. La tabla 1 muestra los parámetros productivos más importantes y las medidas económicas. El Gráfico 1 muestra la incidencia de las variables relevantes sobre el desempeño del MBD cría bovina (precios del kg vivo del ternero y la vaca de refugio). La variable precio tiene impacto directo sobre el ID y este sobre el MBD (Gráfico 2), ya que la productividad promedio se supone constante en el modelo de producción de cría extensiva. La función de Costos presenta un comportamiento estable muy similar a la actividad Invernada, con una leve tendencia de mediano plazo creciente, donde la mayor incidencia está dada por el rubro alimentación. Por lo tanto, la función de MBD Cría expresa la misma tendencia que las funciones de Precio y de ID de la actividad. Si comparamos los MBD promedios a valores constantes de las 4 actividades más representativas de la región en estudio (Gráfico 3), es muy evidente que el resultado de la Cría es muy inferior al resto: MBD Agricultura (78.767,0 \$/ha); MBD Tambo (89.149,0 \$/ha); MBD Invernada (51.096,0 \$/ha) y MBD Cría (18.187,0\$/ha). Esto no significa que el nivel de competitividad de la Cría sea el menor, ya que, al utilizar suelos de menor productividad, no compite por el uso del suelo con el resto de las actividades. En ese caso se debería medir la eficiencia en la asignación de los recursos a partir de la tasa de rentabilidad. El CV del MBD de la Agricultura es 22,9%; Invernada 36,97%; Tambo 39,71% y Cría 20,11%, lo que demuestra un nivel de riesgo menor, bajo el supuesto de que los valores son más predecibles si la dispersión es baja. Presenta bajo riesgo técnico o productivo y, por otra parte, las barreras de salida de la actividad también son bajas, al existir un mercado fluido de comercialización de hacienda.

Bibliografía

- Porstmann, J. C.; Vigna, C.; Arrizabalaga, G. y Zamaro, L. (2023). Evolución económica de la rotación agrícola modal del sur de Santa Fe. Período 2012 -2022. VIII Jornadas de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR - II Reunión Argentina-Chile. Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, Chile. *Ciencias Agronómicas*, (41), e033. <https://doi.org/10.35305/agro41.e033>
- Porstmann, J. C.; Vigna, C.; Arrizabalaga, G. y Zamaro, L. (2024). Evolución económica de la actividad tambo. Período 2012 -2022. IX Jornadas de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR - III Reunión Argentina-Chile. Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, Chile. *Ciencias Agronómicas*, Suplemento. (43), e041. <https://doi.org/10.35305/agro43.e041>
- Porstmann, J. C.; Vigna, C.; Arrizabalaga, G. y Zamaro, L. (2025). Evolución económica de la actividad invernada. Período 2012 -2022. X Jornadas de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR - IV Reunión Argentina-Chile. Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, Chile. *Ciencias Agronómicas*, Suplemento. (45), e050. <https://doi.org/10.35305/agro45.e-050>

Determinación de la Unidad Económica Agrícola del sector frutícola en la provincia de Entre Ríos

Rivera Rúa, Victorina¹; Riolfo, Violeta¹; Coniglio, Rubén².

¹Cátedra de Administración Rural, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR). ²Cátedra de Cultivos Intensivos: Área Fruticultura, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

vmriverarua@yahoo.com.ar

La citricultura en Entre Ríos (ER) tiene un alto impacto económico tanto a nivel provincial como nacional. Las particularidades geográficas que la provincia posee, junto con las políticas de Estado hacen que Entre Ríos se posicione como una de las más importantes en cuanto a producción y superficie implantada, representando el 6,9 % de la superficie frutícola del país.

El objetivo del trabajo es obtener un indicador, la Unidad Económica Agrícola (UEA) para el sector frutícola a partir de la caracterización de los sistemas entrerrianos. De acuerdo a la Legislación Agraria Argentina (Ley 14.392), la Unidad Económica se establece como toda explotación agropecuaria que de acuerdo a sus características (ubicación, calidad de suelos, mejoras, etc.), racionalmente trabajada por una familia agraria, le permita satisfacer sus necesidades, asegure la rentabilidad y una evolución favorable de la empresa.

El Método de Urbano Fernández, es la metodología aceptada de manera oficial (González y Paglietini, 1993) y es la que se utiliza en el presente trabajo para la obtención de la UEA. A este valor se llega a través de la siguiente fórmula:

$$: \quad UEA = \left(\frac{\text{costo}}{\text{ingreso}^2} \right)^2 * \text{superficie modal}$$

En su determinación se recurre a la técnica de modelización de sistemas de producción. Para ello, se tienen en cuenta los datos de producción, tecnología, capital y otras variables, de la provincia de ER. Este método necesita previamente la estimación de una superficie denominada modal, representativa de las explotaciones en el área en estudio (32,14 ha). A partir de ella se estructura una explotación hipotética y se determinan los ingresos y los costos de la misma. Analíticamente, la superficie que cumple con los requisitos de UEA es aquella donde los ingresos igualan a los costos. Para la determinación de los ingresos se valoriza la producción frutícola, considerando cada cultivo frutal y la superficie implantada. Los costos incluyen: a) gastos de labores e insumos, cosecha, comercialización y seguro del cultivo; b) gastos de estructura; c) amortizaciones de los bienes de uso; d) remuneración del trabajo familiar; e) costos de oportunidad del capital invertido y por último f) fondo de previsión y reserva.

Los datos utilizados son los descritos por el Censo Nacional Agropecuario (CNA) 2018 (campaña 2017-2018) en lo que respecta a superficie frutal implantada, número de Explotaciones Agropecuarias (EAPs), cultivos frutales predominantes y canales de comercialización habituales en la provincia.

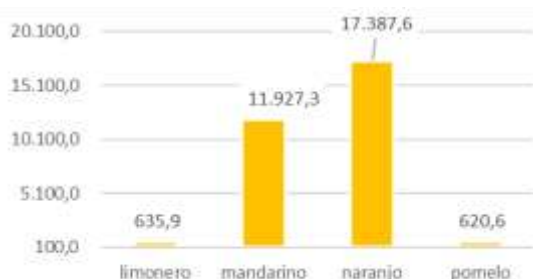
Tabla N°1: Superficie de los principales cultivos frutales implantados.

Cultivo	Entre Ríos	
	Ha	%
Cítricos	30.605,1	90,3%
Pecán	2.201,3	6,5%
Otros frutales	1.071,3	3,2%
Total fruticultura	33.877,7	100,0%

Fuente: elaboración propia

En la tabla n°1 puede notarse que en la provincia de ER los cultivos frutales implantados con una mayor participación en cuanto a superficie implantada son los cítricos, con un 90,3% de la superficie frutícola, en segundo lugar, el pecán (*Carya illinoensis* Wangenh. K. Koch) con un

6,5% y el 3,2% restante corresponde a otros frutales.



Por tal razón, de acuerdo a su importancia, en la construcción de la empresa modal para la obtención de la UEA se consideran los principales frutales cítricos. Ellos son, ordenados de mayor a menor relevancia: la naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), la mandarina (*Citrus reticulata* Blanco), el limón (*Citrus limón* L. Burm.f) y el pomelo (*Citrus paradisi* Macfad). Esto se puede ver en la tabla n°2 y en el gráfico n°1.

Gráfico n° 1: Superficie en ha y número de EAPs de los principales cítricos en ER. Fuente: Elaboración propia en base a datos del CNA 2018.

Tabla N°2: Superficie y nº de EAPs de los cítricos

Entre Ríos	Superficie (ha)	Nº EAPs
Cítricos		
limonero	635,9	254
mandarina	11.927,3	784
naranja	17.387,6	921
pomelo	620,6	209
quinoto	7,5	s
lima	26,2	18

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 3: Superficie modal, uso del suelo e ingresos

Actividades	Participación	Hectáreas	INGRESOS
			US/año
Naranja	47,7%	15,34	207.962,1
Mandarino	38,5%	12,36	203.652,1
Limonero	6,3%	2,03	33.053,4
Pomelo	7,5%	2,41	17.056,1
Total		32,14	461.723,8

Tabla N° 4: Determinación del costo

Categoría	COSTOS	
	US/año	%
Costos Variables	255.328,7	54,8%
Gastos Fijos	48.962,4	10,5%
Amortizaciones	24.141,3	5,2%
Costo de Oportunidad Capital	30.112,8	6,5%
Trabajo del Productor	29.900,0	6,4%
Fondo de Previsión y Reserva	77.689,1	16,7%
Total	466.134,3	100,0%

ingresos y costos (tablas n° 3 y n° 4), se arribó al valor de la UEA del sector frutícola de la provincia de Entre Ríos. Ésta arrojó, tal como lo vemos en la tabla n°5, un valor de 32,8 ha. Dicha superficie se encuentra por encima de la superficie modal ya que los egresos (costos) superan a los ingresos, por lo tanto, la empresa modal no satisface la definición de UEA.

Con respecto al número de EAPs que realizan los distintos cítricos, la naranja es cultivada por el mayor número de EAPs, en segundo lugar, la mandarina, en tercer lugar, el limón y, por último, el pomelo. No son representativos los otros cítricos.

Por lo tanto, a partir de estos datos y de acuerdo al número de EAPs por cada cultivo, se construyó la participación porcentual de cada uno para luego afectarlos a la empresa modal cuya superficie es de 32,14 ha.

La producción anual de cada cultivo cítrico corresponde a la estimada para la campaña 2018/2019. Los precios con los que se valoriza la producción para el cálculo de ingresos, y los bienes e insumos para el cálculo de costos, se expresan en dólares sin IVA. El canal de comercialización considerado es la modalidad de venta a través de consignatario en el mercado central de Buenos Aires (MCBA) para el 70% de lo producido, el 30% restante corresponde a venta a industria. Los precios de venta en el MCBA son un promedio para los meses en que se comercializa cada fruta proveniente de ER. En cuanto a los costos variables de producción, éstos incluyen las labores e insumos utilizados, riego por surco, seguro, costos de cosecha y comercialización (empaques, traslado y comisión de venta).

Una vez calculados los

Tabla N° 5: Determinación de la UEA.

	US/año
Ingresos	461.723,8
Egresos	466.134,3
UEA.	32,8

Fuente: Elaboración propia

Bibliografía

INDEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2023). Censo Nacional Agropecuario (CNA) 2018 resultados definitivos. Disponible en: <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87>. (Acceso: 12 de abril de 2024).

GONZALEZ, M y PAGLIETINI L. (1993). Rentabilidad, Tasaciones y Tamaño Óptimo de la Empresa Agropecuaria. Editorial Agro Vet. Buenos Aires.

Datos.gob.ar. Portal nacional de datos públicos.

Disponible en: <https://datos.gob.ar/dataset?q=precios+mayorista+frutas> (Acceso: febrero de 2026).

Estrategias de diferenciación de los productos apícolas: propóleos

Mouteira, María Cecilia¹; Paradela, Marcial²; Peralta, Stefanía¹; De Castro, Cecilia¹; Pérez, Raul¹; Perini, Daniela Florencia¹

¹Universidad Nacional de La Plata (UNLP), ²Ministerio de Desarrollo Agrario- Dirección de Apicultura.

mouteiracecilia@yahoo.com.ar

Aunque la exportación de miel a granel lidera la apicultura argentina, hoy en día el agregado de valor es un desafío central. En este contexto, el propóleos se destaca como un insumo clave para las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética. Esta resina natural, rica en flavonoides y fenoles, responde a la creciente demanda de productos de origen natural, sobresaliendo en cosmética por sus propiedades antisépticas, cicatrizantes y regeneradoras (Buccio-Villalobos y Martínez-Jaime, 2018). Considerando que desde tiempos inmemoriales el ser humano ha utilizado diversas sustancias naturales para el cuidado externo de la piel, esta investigación se centró en la obtención de un producto desinfectante formulado a base de propóleos, además de abordar la viabilidad de su inserción en el mercado local, proponiéndola como una alternativa estratégica de agregado de valor para la producción apícola a pequeña escala. Para el desarrollo tecnológico se emplearon dos muestras de propóleos bruto, proveniente del partido de Dolores (M I) y Ranchos (M II). Las muestras fueron obtenidas mediante la técnica de raspado de colmenas tipo Langstroth, y conservadas a -20°C. Previamente a su análisis se procesaron con un molinillo mecánico para asegurar la homogeneidad de las muestras a analizar y facilitar el posterior proceso de obtención del extracto blando. Para caracterizar las floraciones de la zona de origen del propóleos se recurrió al análisis polínico utilizando la técnica acetolítica de Erdtman y la extractiva de Barth; y para definir la calidad físico-química la norma IRAM INTA N° 15935-1. En la preparación del extracto blando de propóleos se pesaron 50 g de cada origen al cual se agregó 500 ml de etanol al 70% a la muestra M I y 50 ml de etanol 96° a la M II, realizando la agitación durante 15 minutos diarios durante 45 días. Finalizado el tiempo de maceración se filtró utilizando papel filtro Whatman No. 1, para separar la fase líquida de los sólidos. Las muestras fueron evaporadas a estufa a 40°C, con el objeto de obtener el extracto blando, soluciones empleadas para la preparación de las pastillas de jabón desinfectante. Por otra parte, el estudio de factibilidad comercial, para determinar las ventajas competitivas y limitaciones de la innovación, se realizó mediante una encuesta digital (Google Forms), cuyos resultados se expresaron en porcentajes. En el análisis polínico de ambas muestras de propóleos, de acuerdo al criterio melisopalínológico, predominaron las familias Apiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Boraginaceae, Fabaceae y Myrtaceae, registrándose además trazas de Lamiaceae, Poaceae (Gramineae) y Polygonaceae. Los valores de los parámetros físico-químicos para la muestra M I fueron: resinas 42,45g/100g, flavonoides 4,3g/100 g, fenoles 10,8g/100g, cera 25,87g/100g, impurezas mecánicas 11,58g/100g e índice de oxidación 4.5 segundos, y para la M II: resinas 52,95g/100g, flavonoides 6,53g/100 g, fenoles 17,89g/100g, cera 32,77g/100g, impurezas mecánicas 10,87g/100g e índice de oxidación 4,3 segundos. En relación a la materia prima se obtuvo 66,25 g de extracto blando en M I y 62,9 g en M II. Los jabones desinfectantes fueron elaborados a partir de jabón de glicerina a una concentración de propóleos de 5%. Como rendimiento se obtuvieron 16 unidades de jabón de propóleos M I y 15 unidades en M II. En el estudio de factibilidad comercial se encuestaron 106 individuos de la localidad de La Plata, con 53% del género femenino y 47% del masculino, en el rango de edades de 20-29 años 60%, 30-49 años 15% y 50-79 años 25%. El 92% ha usado algún tipo de desinfectante, principalmente jabón sólido desinfectante (31%), jabón líquido desinfectante (26%) y gel hidroalcohólico o alcohol en gel (25%). En relación al empleo de jabones el 88% utilizaba jabones comerciales y 8% naturales/artesanales. El consumo de este producto de higiene resultó: menos de 1 jabón/persona/mes 38%, 1 jabón/persona/mes 22%, más de 1 jabón/persona/mes 18%, 2 jabones/persona/mes 13%, 3 jabones/persona/mes 7% y 4 o más de 4

jabones/persona/mes 2%. El 90% consumía jabón sólido y 10% líquido. Al profundizar sobre el grado de familiaridad con los jabones naturales, se determinó que el 69% de los encuestados poseían conocimientos previos sobre esta categoría de productos. El 42% de los participantes expresó preocupación por la calidad de los ingredientes de los jabones, cifra que se integra con un 26% que ocasionalmente le preocupaba el tema. Acerca de los aspectos de la compra del jabón de propóleos en particular, los resultados se representan en la tabla 1. Al evaluar las expectativas sobre los atributos esperados de un jabón de propóleos, se identificaron cuatro propiedades principales: 21% que fuera antiséptico, 18% hidratante, 13% nutritivo y 12% cicatrizante. En cuanto a los canales de comunicación preferidos al 30% le gustaría recibir información sobre el producto por medio de las redes sociales, 26% por los sitios web y 19% por correo electrónico. En la tabla 2 se describen los aspectos estratégicos a tener en cuenta durante la fase de planificación de la innovación.

Tabla 1: Aspectos inherentes a la compra y uso del jabón de propóleos (%)

Aspectos de la compra		%
Conoce el propóleos		62
Desconoce el efecto sobre la piel		72
Ha utilizado jabón de propóleos		18
Motivo de su compra	Producto natural	61
	Gusto	22
	Problemas cutáneos	11
Cumplió con las expectativas		90
Volvería a comprar	Si	89
	Tal vez	11
Quien le recomendó su uso	Amigo o familia	91
	Recomendación médica	6

Tabla 2: Aspectos a considerar durante la planificación de la innovación (%)

Forma de presentación y packaging		%
Barra tradicional		54
Empaque ecológico		24
Diseño ergonómico		14
Obstáculo que le detiene en la compra		%
Disponibilidad		48
Precio		20
Confianza		13
Falta de conocimiento		10
Lugar de adquisición preferido		%
Supermercado		34
Tiendas naturales		14
En línea		12
En ferias de artesanos		10
Farmacia		22

El trabajo destaca la viabilidad de desarrollar un microemprendimiento a partir de agregar valor al propóleos mediante la elaboración de barras de jabón. No obstante, se profundizará en la validación del producto a partir de su empleo por una muestra de usuarios, a fin de detectar y aplicar mejoras específicas sobre las materias primas y el proceso de elaboración, así como sobre el diseño del producto.

Bibliografía

BUCCIO-VILLALOBOS C.A. y MARTÍNEZ-JAIME, O.A. (2018) Cosecha integral y usos potenciales de veneno, propóleos, polen y miel de abejas (*Apis mellifera*) melífera en la región de Irapuato, Guanajuato. Investigación y desarrollo en Ciencia y Tecnología de los Alimentos; 3:672-7.

La alianza sociotécnica como estrategia de comercialización en familias hortícolas **Tifni, Evangelina¹; Fransoi, María Sol²; Curti, Javier³; Battochio, Paula⁴; Perozzi, Milva⁵**

¹Equipo Docente Sociología Rural, GEA FCA UNR // LASAR ISHIR; ²Equipo Docente ISPA ISHIR, Conicet / GEPPRA; ³FCA / Cátedra Libre Agroecología UNR; ⁴Equipo Docente Biología FCA UNR; ⁵GEA Facultad de Ciencias Agrarias / Cátedra Libre Agroecología UNR;
etifni@gmail.com

Presentamos parte de los resultados obtenidos a partir del Proyecto de Investigación y Desarrollo (UNR) *“Familias que alimentan familias: procesos de innovación en la producción, comercialización y agregado de valor en sistemas productivos agroecológicos del sur de Santa Fe”* cuyo objetivo es consolidar un Sistema Tecnológico Social (STS) que abone a la sostenibilidad de estas familias. Desde el ecofeminismo (Herrero, 2017) entendemos a la sostenibilidad como concepto clave en la interdependencia de los sistemas sociales y ecológicos, reconociendo la centralidad de la producción de alimentos en la reproducción de la vida. Un STS se va configurando en la confluencia de diferentes saberes, conocimientos, prácticas y artefactos que aportan las familias productoras, quienes integran el equipo de investigación y otros/as actores presentes. Están constituidos, además, por los acuerdos sociales, prácticas y relaciones que los construyen. La identidad y los roles de género, la división sexual del trabajo también forman parte de ellos (Fischetti y Torrano, 2024), en tanto estructuran las dinámicas productivas y reproductivas de las familias.

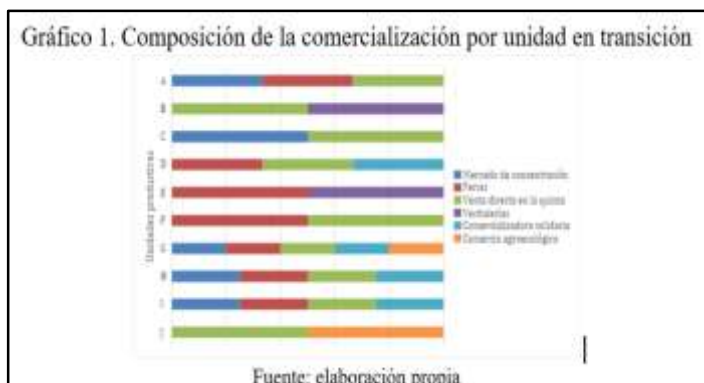
Dado que una de las principales problemáticas que cotidianamente afrontan son las condiciones de comercialización y las posibilidades de acceder a canales cortos, en este trabajo nos centramos en el análisis de las estrategias desplegadas por familias hortícolas con especial atención en las *alianzas socio-técnicas* (Thomas, 2012) que las posibilitan. Pondremos el foco tanto en las acciones de las familias como también en la red de relaciones sociales que habilitan y posibilitan la venta en canales alternativos. Estos fortalecen vínculos sociales, promueven formas más justas de intercambio y contribuyen a la sostenibilidad de la vida.

El área de estudio abarca el Cinturón Hortícola del Gran Rosario (CHGR). Es un territorio históricamente involucrado en la horticultura y, actualmente abastece a más de dos millones de habitantes. En 2015, varias unidades productivas del CHGR se incorporaron a programas municipales y/o provinciales. Además, articularon con INTA, Pro HUERTA y la SAFCI, construyendo un andamiaje socio-institucional que promovía capacitaciones, acompañamiento técnico, líneas de financiamiento y daba forma a canales cortos de comercialización. Este escenario habilitó que algunas unidades hortícolas incorporen formas de producir vinculadas a la agroecología.

La información utilizada la recabamos a partir de encuestas y entrevistas a 10 productores/as hortícolas en transición agroecológica. Para su diseño, se tuvieron en cuenta herramientas como TAPES y ACT -propuestas por la FAO- que miden el desempeño agroecológico de sistemas de producción organizando sus atributos a escala agroecosistema y a escala sistema agroalimentario. La comercialización de cercanía corresponde al segundo nivel y resulta clave porque fortalece a estas producciones y sus actores a través de la economía circular y solidaria e intercambio de saberes. La información obtenida se trianguló con registros de observación *in situ*. El trabajo en territorio se realizó entre los meses de junio a diciembre de 2024.

Las unidades hortícolas estudiadas presentan bajo nivel de capitalización. La superficie sembrada varía entre 11 y 1 ha. La mitad de los productores son de origen rosarino, propietarios de la tierra y trabajan de manera individual. El resto, tienen origen migrante: 4 son oriundos de Bolivia y 1 de ellos es salteño. Este último grupo arrienda propiedades de entre 1 y 2.5 ha y organiza la producción a partir del aporte de trabajo familiar. Salvo uno de ellos, habitan y producen en el mismo espacio físico. El 50% de quienes encuestamos recibe aporte de mano de obra externa, de forma periódica; el 20% lo hace esporádicamente. No llevan registros de los tiempos que insumen las diversas etapas productivas y de comercialización. Se rigen bajo una lógica de división sexual del trabajo, dónde

mayoritariamente los varones de encargan de las tareas productivas y la toma de decisiones y las mujeres se ocupan del trabajo productivo (doméstico) y de la comercialización.



En todos los casos se observa una tendencia a diversificar los canales de comercialización (Gráfico N°1). Como puede observarse: i) las unidades articulan entre 2 y 5 canales de comercialización, ii) la mitad continúa vendiendo en los mercados de concentración de manera indiferenciada; iii) la venta directa, aunque canaliza poca producción, es parte de las estrategias de todas las unidades; iv) 7 unidades comercializan un porcentaje de su producción en ferias promovidas por

programas o comunas; v) 2 de ellos se articula a un comercio estrictamente agroecológico. Esta diversidad de canales permite acercarnos a las diferentes *alianzas socio-técnicas* tejidas en pos de acciones que den forma y materialidad a canales cortos de comercialización. En el encuentro entre las familias productoras y agentes del Estado, se consolidan ferias con frecuencias varias (semanales, quincenales, eventos especiales, etc.) como también acceso a financiamiento y asesoramiento técnico. Vale aclarar que este vínculo fue mucho más fuerte antes de 2020. Una pérdida que rompió una alianza socio-técnica fundamental fue el cierre del programa Pro-Huerta y el despedimento de sus técnico/as. Encontramos también alianzas con diversos partidos políticos y movimientos sociales con clara filiación partidaria, a partir de los cuales acceden a canales como los bolsones o ferias. Otro de los actores con los que se vinculan son las entidades gremiales, aparecen en las reivindicaciones de acceso a la tierra como también en la posibilidad de acceso a ciertos canales. Si bien hay una valoración positiva de esta alianza, se reconoce que para las familias productoras es difícil sostenerlas. Otro actor fundamental en la alianza socio-técnicas son quienes consumen. Ya sea consumiendo en las ferias y espacios específicos, como también a partir de los bolsones y la compra directa en chacra.

El sts es un dispositivo clave para el sostenimiento de estas familias productoras. Las relaciones de poder, los juegos políticos y negociaciones condicionan el funcionamiento de determinada tecnología, en este caso, los canales alternativos de comercialización. Proyectan estabilidad entre los horticultores en el periurbano restableciendo conexiones claves entre productores y consumidores a través de redes alimentarias alternativas. Las dificultades identificadas en la comercialización no solo evidencian problemas de persistencia de estos establecimientos, sino que bloquean la capacidad de crecimiento de la estrategia agroecológica a nivel sistema agroalimentario regional.

Bibliografía

FISCHETTI, N y TORRANO, A (2024) *Tecnologías feministas: tramas para la resistencia*. Buenos Aires, CLACSO Editores

HERRERO, A. (2017). Ecofeminismos: Apuntes sobre la dominación gemela de mujeres y naturaleza. *Ecología Política*, (54), 18–25.

THOMAS, H (2012). Sistemas Tecnológicos Sociales y Ciudadanía Socio-Técnica. *Innovación, Desarrollo, Democracia* (pp. 65-86). En: Tula Molina, F.; Giuliano, G. (Eds.): *Culturas Científicas y Alternativas Tecnológicas*, Buenos Aires: MINCYT

Eje 6

Maquinaria Agrícola e Instalaciones Rurales



Ciencia y Tecnología Agraria
XI Jornadas FCA-UNR - V Reunión Argentina-Chile

Realidad aumentada aplicada al estudio de la maquinaria agrícola

Cristopher, Jeszael¹; Cabral, Serena²; Alustiza, Victoria²; Camblong, Mario²; Hering, Facundo²; Rivanegra, Carola²; Reixach, Guillermina²; Szuszan, Tomás²; Valdez, Guisen²

¹Cátedra de Maquinaria Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. ²Cátedra de Taller I, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario

jeszaelcristopher@gmail.com

La realidad aumentada (RA) se ha consolidado como una herramienta innovadora con un alto potencial en el ámbito educativo, particularmente en áreas técnicas como el estudio de la maquinaria agrícola. Su utilidad principal radica en la capacidad de integrar información digital, como modelos tridimensionales, animaciones y datos técnicos, con el entorno físico en tiempo real, lo que permite a los estudiantes visualizar y comprender de manera más efectiva sistemas complejos, como motores diésel, transmisiones mecánicas e hidráulicas (Azuma, 1997; Bacca et al., 2014). Esta tecnología favorece el aprendizaje significativo al facilitar la interacción directa con representaciones virtuales que complementan la teoría impartida en el aula. En el contexto de la formación en maquinaria agrícola, la RA presenta diversas aplicaciones, tales como la simulación del funcionamiento interno de los equipos, la identificación de componentes y el entrenamiento en procedimientos de operación y mantenimiento. Estas aplicaciones permiten superar limitaciones tradicionales como la escasa disponibilidad de maquinaria, los altos costos operativos y los riesgos asociados al trabajo con equipos reales (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018). Además, el uso de RA contribuye a mejorar la retención del conocimiento y el desarrollo de habilidades prácticas, al proporcionar entornos de aprendizaje interactivos y repetibles. La justificación de la incorporación de la realidad aumentada en este campo responde a la necesidad de modernizar los procesos educativos y adaptarlos a las demandas de una agricultura cada vez más tecnificada. La integración de tecnologías emergentes en la enseñanza promueve el desarrollo de competencias digitales y técnicas clave para el desempeño profesional en el sector agroindustrial (Radianti et al., 2020). En este sentido, la RA no solo optimiza la calidad del aprendizaje, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos de la mecanización avanzada, favoreciendo una formación más eficiente, segura y contextualizada. Dentro de los objetivos buscados con el desarrollo de esta investigación tenemos los siguientes:

1. Diseñar e implementar un recurso educativo basado en realidad aumentada para la enseñanza de componentes y funcionamiento de maquinaria agrícola (por ejemplo, motor de combustión interna).
2. Analizar el nivel de comprensión de los estudiantes sobre los elementos y principios de funcionamiento de la maquinaria agrícola tras la utilización de la herramienta, considerando preguntas evaluatorias como identificación de piezas y funciones.
3. Evaluar la percepción de los estudiantes respecto al uso de la realidad aumentada como medio de instrucción, en términos de claridad, atractivo, nivel de animación y grado de satisfacción.
4. Comparar la efectividad del aprendizaje mediado por realidad aumentada frente a métodos tradicionales (como figuras estáticas), identificando mejoras en la comprensión y motivación del estudiante.

La investigación se desarrolló con enfoque aplicado y diseño cuasi experimental. Se diseñó una aplicación móvil en “Unreal Engine 5”, optimizada para teléfonos con sistema operativo Android, integrando un modelo tridimensional de un motor de combustión interna a nafta. El recurso permitió observar en movimiento componentes dinámicos, como pistón, biela y cigüeñal, y componentes estacionarios, como bloque, culata y cárter. La evaluación se realizó con estudiantes universitarios vinculados a la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, que no tuviesen ningún conocimiento, ni de motores de combustión interna; ni de maquinaria agrícola en general, con un tamaño muestral total de 52 participantes,

distribuidos en dos grupos: 26 estudiantes utilizaron la aplicación de RA y 26 estudiantes trabajaron con el método tradicional basado en figuras estáticas. Se aplicó un test evaluatorio con preguntas sobre definición de motor de combustión interna, identificación de partes estáticas y dinámicas, función del pistón, biela y cigüeñal, importancia de la refrigeración, lubricación y evento de compresión. También se incorporaron preguntas tipo Likert sobre satisfacción, claridad, atractivo visual y presencia de animaciones del medio instructivo.

Los resultados descriptivos evidenciaron diferencias favorables al uso de la RA. En la identificación de partes estáticas del motor, el grupo que utilizó la aplicación alcanzó 84,6 % de respuestas correctas, mientras que el grupo con figuras estáticas alcanzó 61,5 %. En la identificación de partes dinámicas, ambos grupos reconocieron mayoritariamente pistón, biela y cigüeñal, aunque las respuestas del grupo con RA fueron más consistentes al relacionar dichos componentes con su movimiento y función. En las preguntas funcionales, referidas a pistón, biela, cigüeñal, refrigeración, lubricación y compresión, se observó mayor coherencia conceptual en quienes utilizaron la aplicación, lo que sugiere que la visualización animada favoreció la comprensión de los procesos internos del motor. En cuanto a la percepción del medio instructivo, dentro del grupo con RA, el 53,8 % manifestó sentirse “muy a gusto” y el 46,2 % “a gusto”; además, el 53,8 % calificó el recurso como “muy explícito” y el 46,2 % como “bien explícito”. Respecto al atractivo visual, el 46,2 % lo consideró “muy llamativo” y el 53,8 % “bien llamativo”; mientras que en animaciones, el 46,2 % lo valoró como “muy animado” y el 53,8 % como “bien animado”. En contraste, en el grupo tradicional, el 69,2 % calificó el recurso como “poco llamativo” y el 69,2 % indicó que no contenía animaciones. Estos resultados muestran que la RA no solo favoreció la comprensión conceptual, sino también la motivación y el compromiso del estudiante con el contenido.

En conclusión, la realidad aumentada se presenta como una herramienta didáctica altamente efectiva en la enseñanza de la maquinaria agrícola, ya que su implementación mejora el rendimiento académico de los estudiantes y aumenta su motivación y compromiso con el aprendizaje. La posibilidad de visualizar el funcionamiento interactivo de motores facilita la comprensión de conceptos complejos y promueve la construcción de conocimientos significativos, superando las limitaciones de los métodos tradicionales. Por lo tanto, su integración constituye una estrategia innovadora que contribuye a optimizar la calidad del proceso educativo.

Bibliografía

- AZUMA, R. T. (1997) A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6 (4), 355–385.
- BACCA, J.; BALDIRIS, S.; FABREGAT, R.; GRAF, S. y KINSHUK (2014) Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17 (4), 133–149.
- IBÁÑEZ, M. B. y DELGADO-KLOOS, C. (2018) Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123.
- RADIANTI, J.; MAJCHRZAK, T. A.; FROMM, J. y WOHLGENANT, I. (2020) A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778.

Realidad virtual aplicada al estudio de la maquinaria agrícola

Cristopher, Jeszael¹; Vazquez, Pedro²; Muniagurria, Federico²; Ferrero, Justo²; Sosa, Santiago²; Dávila, Romina²; Pascualetto, Victoria²; Noguerol, Martina²; Ponte, Juan²

¹Cátedra de Maquinaria Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. ²Cátedra de Taller I, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

jeszaelcristopher@gmail.com

La incorporación de la realidad virtual (RV) en el ámbito educativo técnico ha abierto nuevas posibilidades para la enseñanza de contenidos complejos, particularmente en el estudio de la maquinaria agrícola. Esta tecnología permite la creación de entornos inmersivos e interactivos donde los estudiantes pueden explorar el funcionamiento de equipos como tractores, sembradoras o sistemas hidráulicos sin las limitaciones físicas, económicas o de seguridad propias del entorno real. A diferencia de los métodos tradicionales, la RV facilita la visualización tridimensional de componentes internos y procesos dinámicos, lo que favorece una comprensión más profunda de conceptos mecánicos y operativos (Radianti et al., 2020). Desde el punto de vista pedagógico, la RV contribuye significativamente al aprendizaje activo, ya que el estudiante deja de ser un receptor pasivo de información para convertirse en protagonista de su propio proceso formativo. La posibilidad de simular situaciones reales, como el ensamblaje de piezas o el diagnóstico de fallas, promueve el desarrollo de habilidades prácticas y la toma de decisiones en contextos controlados. Además, diversos estudios han demostrado que los entornos virtuales incrementan la motivación y el compromiso del estudiante, lo cual repercute positivamente en el rendimiento académico (Makransky & Petersen, 2019). En el contexto específico de la maquinaria agrícola, la utilización de RV se justifica por la complejidad técnica de los equipos, el alto costo de acceso a maquinaria real y los riesgos asociados a su manipulación. La simulación virtual permite repetir procedimientos tantas veces como sea necesario sin generar desgaste en los equipos ni poner en peligro al estudiante. Asimismo, posibilita la integración de contenidos teóricos y prácticos en un mismo entorno, optimizando los procesos de enseñanza-aprendizaje (Bailenson, 2018). En síntesis, la realidad virtual se posiciona como una herramienta innovadora y eficaz para la formación en maquinaria agrícola, al ofrecer experiencias de aprendizaje seguras, accesibles y altamente interactivas. Su implementación no solo mejora la comprensión de los contenidos técnicos, sino que también responde a las demandas actuales de incorporación de tecnologías emergentes en la educación superior. Como objetivo general de la investigación se tuvo evaluar la efectividad de la realidad virtual como herramienta didáctica en la enseñanza de la maquinaria agrícola, analizando su impacto en la comprensión de contenidos, el desarrollo de habilidades prácticas y la motivación de los estudiantes. Y como objetivos específicos se tuvieron:

1. Analizar el nivel de comprensión conceptual de los estudiantes sobre el funcionamiento de maquinaria agrícola mediante el uso de entornos de realidad virtual.
2. Comparar el rendimiento académico entre estudiantes que utilizan realidad virtual y aquellos que emplean métodos tradicionales de enseñanza.
3. Evaluar el grado de motivación e interés generado por el uso de la realidad virtual en el proceso de aprendizaje.
4. Proponer lineamientos metodológicos para la integración de la realidad virtual en asignaturas vinculadas a maquinaria agrícola.

En la presente investigación se adoptó un enfoque experimental con el propósito de evaluar la eficacia de la realidad virtual en la enseñanza de contenidos relacionados con maquinaria agrícola, específicamente el funcionamiento de un motor de combustión interna. Como parte de los materiales utilizados, se desarrolló una aplicación de realidad virtual mediante el motor gráfico Unreal Engine, diseñada para su ejecución en dispositivos de visualización inmersiva Meta Quest 3. La aplicación permitió la visualización tridimensional de un motor de combustión interna, incluyendo tanto sus

componentes estáticos como dinámicos, posibilitando la interacción del usuario con el modelo, la observación de procesos en tiempo real y la exploración detallada de cada una de sus partes. En cuanto al procedimiento metodológico, se trabajó con una muestra de 40 estudiantes dividido en dos grupos de estudiantes con características académicas similares: al primer grupo (20 estudiantes) se le impartió la explicación de los contenidos mediante el uso de la aplicación de realidad virtual, mientras que al segundo grupo (20 estudiantes) se le enseñó utilizando recursos tradicionales basados en imágenes y esquemas estáticos. Posteriormente, se aplicó un test evaluatorio estructurado con el objetivo de medir el nivel de comprensión alcanzado por ambos grupos. Los resultados obtenidos fueron comparados a fin de determinar la influencia del uso de la realidad virtual en el proceso de aprendizaje, permitiendo así establecer diferencias en el desempeño académico entre ambas metodologías de enseñanza. Los resultados obtenidos evidencian diferencias significativas en el nivel de comprensión entre los grupos analizados, mostrando un desempeño superior en aquellos estudiantes que utilizaron la aplicación de realidad virtual. En particular, este grupo alcanzó mayores puntajes promedio en el test evaluatorio, así como una menor dispersión en las respuestas, lo que indica una comprensión más homogénea de los contenidos. Estos hallazgos sugieren que la visualización tridimensional y la interacción con los componentes del motor de combustión interna favorecen la construcción de conocimientos más sólidos, especialmente en lo referido a la identificación de partes, comprensión de su funcionamiento y relación entre los distintos sistemas. En contraste, el grupo que trabajó con figuras estáticas presentó mayores dificultades en la interpretación de procesos dinámicos, lo que se reflejó en un menor rendimiento general. Asimismo, se observó que los estudiantes expuestos a la realidad virtual manifestaron un mayor grado de interés y participación durante la actividad, lo cual podría haber incidido positivamente en los resultados obtenidos. En términos de discusión, estos resultados refuerzan la idea de que las tecnologías inmersivas constituyen una herramienta didáctica eficaz para la enseñanza de contenidos técnicos complejos, al facilitar la representación de fenómenos que resultan difíciles de visualizar mediante métodos tradicionales. No obstante, es importante considerar que la implementación de estas tecnologías requiere recursos específicos y una adecuada planificación pedagógica para maximizar su potencial en el ámbito educativo. En conclusión, la implementación de la realidad virtual en la enseñanza de la maquinaria agrícola demostró ser una estrategia didáctica efectiva, mejorando significativamente la comprensión de los estudiantes en comparación con métodos tradicionales. La posibilidad de interactuar con modelos tridimensionales y observar procesos dinámicos facilitó la asimilación de contenidos complejos. Además, se evidenció un mayor nivel de motivación y participación en el grupo que utilizó esta tecnología. Estos resultados respaldan la integración de herramientas inmersivas en contextos educativos técnicos.

Bibliografía

- BAILENSON, J. N. (2018) Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do. New York: W. W. Norton & Company.
- MAKRANSKY, G. y PETERSEN, G. B. (2019) Immersive virtual reality and learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 31 (4), 1–25. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09486-2>
- RADIANTI, J.; MAJCHRZAK, T. A.; FROMM, J. y WOHLGENANT, I. (2020) A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- AZUMA, R. T. (1997) A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6 (4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>



Eje 7

Mejoramiento Genético y Biotecnología



Ciencia y Tecnología Agraria
XI Jornadas FCA-UNR - V Reunión Argentina-Chile

Efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento, estado hídrico y rendimiento de trigo primaveral (*Triticum aestivum* L.)

Sepúlveda, Josefa.¹; Elazab, Abdelhalim¹; Garriga, Miguel¹; Zapata, Nelson¹; Silva-Cabrera, Yerko¹.

¹Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán 3780000, Chile.

jsepulvedam2021@udec.cl

El trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) es un cultivo clave para la alimentación humana, cuyo crecimiento y productividad dependen de la disponibilidad hídrica del suelo. En este estudio se evaluó la respuesta agronómica y fisiológica de seis genotipos de trigo harinero de primavera [G1-Menflo (1995); G2-Antufen (1974); G3- Ciko (1988); G4- Pantera (2008); G5- Suri (2013); y G6- Ankén (2024)], pertenecientes a distintos años de liberación, sometidos a tres niveles de humedad del suelo: 100 % de capacidad de campo (CC; control, CON), 60 % CC (estrés moderado, ESM) y 30 % CC (estrés severo, ESS). El ensayo se realizó en un invernadero utilizando macetas de 7,5 L con suelo natural. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con un arreglo factorial de 3 niveles de humedad de suelo $\times$ 6 genotipos, y cuatro repeticiones. Las variables fisiológicas se evaluaron en la etapa de terminación de anthesis en dos hojas banderas por maceta: contenido relativo de agua (CRA, %), temperatura foliar (LT, °C), conductancia estomática (gs, mmol H₂O/m²·s), transpiración (E, mmol H₂O/m²·s), tasa de asimilación neta (A, μ mol CO₂/m²·s), y relación carbono interno/carbono atmosférico (Ci/Ca). Las variables agronómicas se midieron en la cosecha (15 % de humedad de granos): biomasa aérea (BA, g), biomasa radical (RB, g), rendimiento de grano (RG, g), número de granos por espiga (NGE), número de espigas (NE), peso de mil granos (TGW, g) e índice de cosecha (HI, %). El consumo de agua (CA, L) se calculó durante el ciclo del cultivo, y la eficiencia en el uso del agua a nivel agronómico se determinó como la relación entre BA y CA (WUEAg, g L⁻¹). La restricción hídrica redujo significativamente BA, RB, RG, NE, EL y PH (Tabla 1), y afectó CRA, LT, CA, WUEAg y Ci/Ca (Tabla 2). Además, RG, RB, RB:BA, HI, TGW, NGE y PH mostraron efecto de genotipo (Tabla 1), evidenciando variabilidad genética en la respuesta al déficit hídrico. La interacción genotipo por tratamiento no fue significativa para todos los rasgos estudiados excepto PH (Tabla 1). Aunque A, gs y E no presentaron diferencias significativas para los tratamientos ni genotipos (Tabla 2), la disminución de CRA, LT, CA y de los rasgos productivos indicó una alteración fisiológica importante. Estos resultados coinciden con lo reportado por Eser et al. (2024) y Pantha et al. (2024), quienes describen reducciones del crecimiento, cambios fisiológicos y menor rendimiento bajo sequía. Considerando todas las disponibilidades hídricas, el genotipo más antiguo Menflo mostró significativamente menor RG, HI, TGW y NGE, y mayor RB y relación RB:BA. El estrés hídrico redujo drásticamente el rendimiento y la biomasa del trigo primaveral sin alterar el ranking genotípico entre ambientes. Los cultivares modernos superaron consistentemente al antiguo Menflo en rendimiento, índice de cosecha y peso de mil granos, logrando mayor productividad sin requerir mayor inversión en biomasa radical. Esto confirma que la selección varietal ha optimizado la eficiencia en la asignación de asimilados hacia el grano, sugiriendo que la introgresión selectiva de tolerancia fisiológica (no de mayor biomasa radical) en fondos genéticos actuales fortalecería la resiliencia bajo sequía sin sacrificar rendimiento.

Tabla 1. Análisis de varianza de rasgos agronómicos y de biomasa en genotipos de trigo primaveral evaluados bajo tres niveles de disponibilidad de agua.

	BA	RG	RB	RB:BA	HI	TGW	NGE	NE	PH	EL
G1	26,8	3,5a	8,5b	30,8b	12,1a	20,3a	21,4a	7,9	69,1ab	9,4
G2	31,3	11,8b	4,1a	13,2a	37,6b	35,4b	29,1ab	11,9	71,3ab	9,7
G3	27,3	10,68b	3,5a	12,7a	33,8b	38,6b	30,4bc	8,2	71,8b	10,2

G4	28,9	9,2b	5,8ab	18,9a	32,2b	33,3b	33,6bc	8,6	64,9a	9,8
G5	25,9	10,6b	4,3a	16,3a	39,8b	33,7b	39,2bc	8,5	66,4ab	10,1
G6	26,9	10,5b	4,1a	16,0a	37,5b	36,3b	41,02c	6,9	66,5ab	10,1
CO	39,6a	14,0a	8,7a	23,5a	36,0a	33,7ab	36,3a	12,1a	72,2a	11,0a
N	25,7b	8,9b	4,5b	18,5ab	33,2a	34,9a	31,5ab	8,1b	68,3a	9,8b
ESM	18,5c	5,0c	2,4c	13,3b	26,9b	29,6b	29,5b	5,7b	64,4b	8,9c
ESS	0,000**	0,000**	0,000**	0,003**	0,001**	0,013**	0,033*	0,000**	0,000**	0,000**
R	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G	0,430	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,078	0,017*	0,119
		*	*	*	*	*	*			
RxG	0,957	0,957	0,085	0,458	0,973	0,435	0,167	0,651	0,035*	0,336

Los valores presentados corresponden a valores P. R, tratamiento de agua; G, genotipo; y RxG, la interacción de tratamiento por genotipo. Las letras junto a los valores medios indican diferencias estadísticamente significativas entre genotipos y entre tratamientos, según la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$). *, $P \leq 0,05$; **, $P \leq 0,01$; y ***, $P \leq 0,001$.

Tabla 2. Análisis de varianza de rasgos de estado hídricos e intercambio gaseoso en genotipos de trigo primaveral evaluados bajo tres niveles de disponibilidad de agua.

	CRA	LT	CA	WUEAg	Ci/Ca	A	gs	E
G1	75,2	22,0	6,1	5,0	0,71	16,1	287,4	2,5
G2	77,3	21,9	6,3	5,8	0,71	14,1	247,3	2,3
G3	77,4	21,9	5,8	5,5	0,75	16,6	353,6	2,8
G4	80,4	21,9	6,2	5,4	0,72	14,3	264,7	2,3
G5	77,4	21,9	6,3	4,8	0,74	15,8	332,5	2,6
G6	76,7	21,9	6,3	4,9	0,71	15,4	288,5	2,4
CON	82,6a	22,2a	10,4a	3,8b	0,70b	15,9	285,9	2,5
ESM	76,5b	21,9b	5,7b	4,5b	0,73ab	14,9	273,8	2,4
ESS	72,9b	21,6c	2,6c	7,2a	0,80a	15,4	323,4	2,6
R	0,003***	0,000***	0,000***	0,000***	0,010**	0,797	0,298	0,502
G	0,803	0,970	0,990	0,386	0,169	0,740	0,231	0,309
Rx G	0,786	0,909	0,973	0,999	0,289	0,949	0,510	0,643

Los valores presentados corresponden a valores P. R, tratamiento de agua; G, genotipo; y RxG, la interacción de tratamiento por genotipo. Las letras junto a los valores medios indican diferencias estadísticamente significativas entre genotipos y entre tratamientos, según la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$). *, $P \leq 0,05$; **, $P \leq 0,01$; y ***, $P \leq 0,001$.

Bibliografía

ESER, C., SOYLU, S. y ÖZKAN, H. (2024). *Drought responses of traditional and modern wheats in different phenological stages*. Field Crops Research, vol. 305, article 109201. DOI: 10.1016/j.fcr.2023.109201.

PANTHA, S., KILIAN, B., ÖZKAN, H., ZEIBIG, F. y FREI, M. (2024). *Physiological and biochemical changes induced by drought stress during the stem elongation and anthesis stages in the Triticum genus*. Environmental and Experimental Botany, vol. 228, article 106047. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2024.106047.

Estimación multivariada de los efectos génicos de una línea de tomate asociados a la calidad de fruto aplicando Análisis Factorial Múltiple Dual y Análisis de Componentes Principales

Lucía Alvarado¹, Guillermo Raúl Pratta^{2*}, María Susana Vitelleschi^{1,3}

¹ Facultad de Ciencias Económicas y Estadística, Universidad Nacional de Rosario. ² Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario/Facultad de Ciencias Agrarias, CONICET/UNR. ³ Consejo de Investigaciones de la UNR - Instituto de Investigaciones Teóricas y Aplicadas en Estadística.

gpratta@unr.edu.ar

Siguiendo a Kearsey y Pooni (1996), la estimación y el desglose del efecto génico que determina un carácter cuantitativo son fundamentales para definir la estrategia más adecuada de mejoramiento. El efecto génico puede estimarse evaluando diferentes genotipos en un mismo ambiente. En el desglose, los efectos aditivos son propios de los alelos que se transmiten de una generación a la siguiente, por lo que se los considera heredables, mientras que los que surgen de la combinación de los alelos en un genotipo específico son denominados efectos génicos no aditivos y no son heredables ya que los genotipos se conforman en la fecundación y se disocian en la meiosis. Una forma de estimar y desglosar los efectos génicos es mediante la cruce de un único genotipo con una población formada por genotipos diferentes. La diferencia entre las medias de los descendientes y la población es el valor de mejora de dicho genotipo, cuyo duplo es el efecto aditivo. Además, diferencia entre éste y los valores observados en cada descendencia son los efectos no aditivos. Por otro lado, el Análisis Factorial Múltiple Dual (AFMD), un caso especial del AFM, es una técnica estadística multivariada de tres vías apropiada para el tratamiento de datos en los que un conjunto de individuos está dividido en grupos diferenciados debido a que se conoce la heterogeneidad de su estructura (Lé y Pagés, 2010). Cada grupo de individuos es normalizado en función de su promedio y variancia, luego se concatenan los grupos para su caracterización en un único análisis. De esta manera, si se dispone de una línea (genotipo) que actúa como padre común con una población formada por diferentes líneas y es posible evaluar cada cruzamiento por separado y luego integrarlos por AFMD, los resultados representan una estimación multivariada de los efectos aditivos de los genes de ese individuo en combinación con la población. Luego, al comparar estos efectos con un método de dos vías como el Análisis de Componentes principales (ACP) por descendencia, es posible estimar los efectos no aditivos pues representan la diferencia entre los valores dados por el ACP (efectos génicos) y el AFMD (efectos aditivos). El objetivo del presente trabajo fue aplicar un AFMD y un ACP por grupo a tres generaciones F_2 de tomate derivadas del cruzamiento entre un único genotipo (línea ToUNR1) con una población formada por tres líneas diferentes (ToUNR5, ToUNR8 y ToUNR18) a fin de obtener una estimación y desglose multivariados de los efectos génicos de ToUNR1 sobre caracteres de calidad de fruto en combinación con los genes aportados por la población. A fin de comparar la eficiencia de este enfoque, adicionalmente se aplicó un ACP integrado al mismo conjunto de datos. Se utilizó el análisis proporcionado por Alvarado *et al.* (2025), en el que se evaluó la estructura de correlaciones por generación y total. Brevemente, el conjunto de datos analizado correspondió a las generaciones segregantes F_2 de tres híbridos de segundo ciclo: ToUNR1 x ToUNR8 (G1), ToUNR18 x ToUNR1 (G2) y ToUNR1 x ToUNR5 (G3). Se midieron los caracteres cuantitativos de calidad del fruto: diámetro (D), altura (A), forma (A/D), peso (Pe), vida poscosecha (VP); firmeza (F), porcentaje de reflectancia (L), cociente de absorbancias entre 540 y 675 nm (a/b), contenido en sólidos solubles (SS), acidez titulable (AT) y pH. A este conjunto de datos se aplicó un AFMD integrando el total de la información y cuatro ACP: tres de ellos a cada grupo en forma individual y uno a todos los datos, como control. En este caso, para estimar y desglosar con un enfoque multivariado los efectos génicos, se compararon las correlaciones de cada carácter con las dos primeras dimensiones de los análisis de dos vías (ACP) y de tres vías (AFMD).

En la Tabla, se muestran los resultados obtenidos reteniendo las dos primeras dimensiones de cada análisis, que en el AFMD absorbieron el 47% de la variabilidad total.

Caracteres	ACP G1		ACP G2		ACP G3		ACP General		AFMD	
	Dim 1	Dim 2	Dim 1	Dim 2	Dim 1	Dim 2	Dim 1	Dim 2	Dim 1	Dim 2
D	0,90	0,18	0,87	0,08	0,65	0,63	0,85	0,22	0,90	0,21
A	0,88	0,25	0,92	0,12	0,67	0,66	0,91	0,19	0,91	0,21
A/D	-0,11	0,25	0,18	0,08	0,01	0,04	0,35	-0,02	0,03	0,00
P	0,89	0,23	0,89	0,08	0,66	0,72	0,88	0,22	0,92	0,22
VP	0,61	0,21	0,39	0,53	0,73	-0,24	0,42	-0,31	0,47	0,01
F	-0,23	0,53	-0,07	-0,02	0,46	0,61	0,37	0,46	0,01	0,30
L	0,47	-0,41	-0,43	-0,82	-0,16	-0,58	-0,39	-0,50	-0,52	-0,70
a/b	-0,67	0,07	-0,26	0,81	-0,78	0,34	-0,57	0,51	-0,51	0,67
AT	-0,31	0,79	-0,51	0,25	0,45	-0,52	-0,42	-0,64	-0,25	-0,30
pH	0,04	-0,86	0,38	0,20	-0,50	0,43	-0,002	0,77	0,05	0,57
SS	-0,45	0,07	-0,39	0,67	0,06	-0,23	-0,48	0,03	-0,38	0,35

Para los caracteres más altamente correlacionados con las dimensiones de mayor variabilidad (D, A, P, que mantienen su estructura de correlaciones entre generaciones de acuerdo a Alvarado *et al.*, 2025), los efectos génicos son preponderantemente aditivos pues las estimaciones de tales correlaciones son muy parecidas entre los ACP por grupos y el AFMD. Además, estos efectos génicos son similarmente estimados por el ACP general y el AFMD y, en concordancia, los caracteres fueron de alta heredabilidad (Cabodevila *et al.*, 2021). En tanto, para los caracteres con bajo aporte a la variabilidad general (A/D, F, AT y pH), los efectos génicos aditivos fueron mejor representados por el AFMD que por el ACP general, ya que sus correlaciones con cada dimensión se acercan más al promedio entre las del ACP por grupo. Además, los efectos no aditivos fueron en algunos positivos y en otros negativos, como surge de la diferencia entre éstos y las correlaciones con las dimensiones del AFMD. Esto evidencia el efecto diferencial de la combinación específica entre los genes aportados por ToUNR1 y la población. Congruentemente, estos caracteres variaron su estructura de correlaciones entre generaciones (Alvarado *et al.*, 2025) y fueron de baja heredabilidad (Cabodevila *et al.*, 2021). Para los caracteres con correlaciones intermedias con las dos primeras dimensiones (VP, L, a/b y SS), no fue posible identificar patrones inequívocos. En conclusión, el AFMD y ACP por grupo representan una técnica adecuada para estimar los efectos génicos aditivos y no aditivos con un enfoque multivariado, resultando más eficiente en comparación al ACP general cuánto menor sea la correlación del carácter con las dimensiones de mayor variabilidad, en cuyo caso no mantienen la estructura de correlaciones entre generaciones.

Bibliografía

ALVARADO, L., PRATTA, G., VITELLESCHI, M. (2025). Estudio de las estructuras de correlación entre los grupos de genotipos de tomates mediante Análisis Factorial Múltiple Dual. XIX Jornadas de Ciencias, Tecnologías e Innovación UNR.

CABODEVILA, V. G., CAMBIASO, V., RODRÍGUEZ, G. R., PICARDI, L. A., PRATTA, G. R., CAPEL, C., CAPEL, J. (2021). A segregating population from a tomato second-cycle hybrid allows the identification of novel QTL for fruit quality traits. *Euphytica*, 217(1), 6.

KEARSEY, M. J.; POONI, H. S. (1996). *The Genetical Analysis of Quantitative Traits*. Chapman and Hall, London, UK.

LÊ, S., PAGÈS, J. (2010). DMFA: Dual multiple factor analysis. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 39(3), 483-492.

Evaluación de la capacidad de germinación de los tubos polínicos de girasol (*Helianthus annuus* L.) en respuesta a diferentes dosis de radiación gamma

Amato, Lucía^{1,2}; Basso, Marilina³; Romero, Gloria¹; Curti, Lucía¹; Nestares, Graciela^{1,2}; Bianchi, Marta B.^{1,4}; Ochogavía, Ana C.^{1,2}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR); ²Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario, IICAR-CONICET-UNR; ³Centro Atómico Ezeiza, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA); ⁴Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario.

anaochogavia@conicet.gov.ar

La técnica de irradiación de polen es una herramienta estratégica en el fitomejoramiento, ya que permite la inactivación de los núcleos espermáticos sin perder la capacidad de estimular el desarrollo del saco embrionario. Esta metodología favorece el efecto 'mentor' del polen, permitiendo sortear dificultades en los procesos de fecundación o en cruzamientos interespecíficos complejos. En girasol, esta metodología enfrenta el desafío de trabajar con granos de polen trinucleados, los cuales presentan pérdida de viabilidad acelerada y una germinación dificultosa en medios artificiales. El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de germinación *in vitro* de los tubos polínicos de dos genotipos de girasol, sometidos a diferentes dosis de radiación gamma, en dos medios de germinación diferentes, para determinar el umbral de funcionalidad del polen.

Se trabajó con las líneas de girasol cultivado HA822 y RK416. Se colectó polen fresco durante dos días consecutivos dentro del período de antesis (R5; Schneiter y Miller, 1981) y se trasladó bajo refrigeración al Centro Atómico Ezeiza para su irradiación. Se aplicaron cinco dosis de radiación gamma (100, 250, 500, 750 y 1000 Gy), utilizando una fuente de ⁶⁰Co. Las muestras fueron trasladadas nuevamente bajo condiciones de refrigeración, dentro de las 24 h posteriores, a la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR), donde se evaluó la capacidad germinativa *in vitro* del polen. Para ello, se emplearon dos medios de cultivo líquidos: PGM1 y PGM2 (basados en Murthy et al., 1994 y Todorova et al., 2004, respectivamente), diseñados para optimizar la estabilidad de la membrana del tubo polínico mediante el ajuste osmótico con polietilenglicol (PEG) y concentraciones específicas de sacarosa, boro y calcio. La incubación se realizó a 26 °C con una humedad relativa del 70% durante un periodo de 6 horas. Finalmente, los granos de polen se dispusieron en portaobjetos y fueron analizados mediante microscopía de contraste diferencial de interferencia (DIC) utilizando un microscopio Leica DM2500.

El porcentaje de germinación se evaluó por genotipo, tratamiento y medio de cultivo, mediante un modelo GLM binomial, con análisis previo de normalidad y homogeneidad de varianza. El análisis estadístico reveló que el porcentaje de germinación se encuentra significativamente afectado por el tratamiento ($p = 9,11e^{-16} < 0,01$ y $\chi^2 = 79,83$), mientras que no se detectaron efectos significativos del genotipo, del medio, ni de su interacción. Esto indica que el efecto de la radiación impacta directamente sobre la viabilidad del polen.

En términos generales, se observó que las dosis de irradiación más elevadas suprimieron progresivamente la germinación y el crecimiento de los tubos polínicos en ambos genotipos (Fig.1). El genotipo HA822, evaluado en el medio PGM2, demostró la mayor sensibilidad a la radiación, con reducciones drásticas en la germinación incluso a dosis intermedias. Por el contrario, en el medio PGM1, la tolerancia fue superior. Los tratamientos 500, 750 y 1000 generaron una reducción altamente significativa en la germinación al ser contrastados con el control (entre 0 y 500, $p = 9,15e^{-06}$; 0 y 750, $p = 3,21e^{-07}$; 0 y 1000, $p = 3,26e^{-09}$), sin diferencias significativas entre los niveles más altos, lo que sugiere un efecto de saturación en las dosis más elevadas.

La identificación de las dosis de 750 y 1000 Gy como un punto crítico de supresión de germinación guarda consistencia con los reportes de Todorova et al. (2004) sobre la funcionalidad del polen; en éstos, se establece que dosis elevadas (entre 900 y 1100 Gy) provocan la inactivación efectiva del material genético espermático y suprimen progresivamente la germinación *in vitro*. Sin embargo, el

polen conserva la capacidad para germinar y estimular el desarrollo del saco embrionario sin transmitir la carga genética del parental masculino.

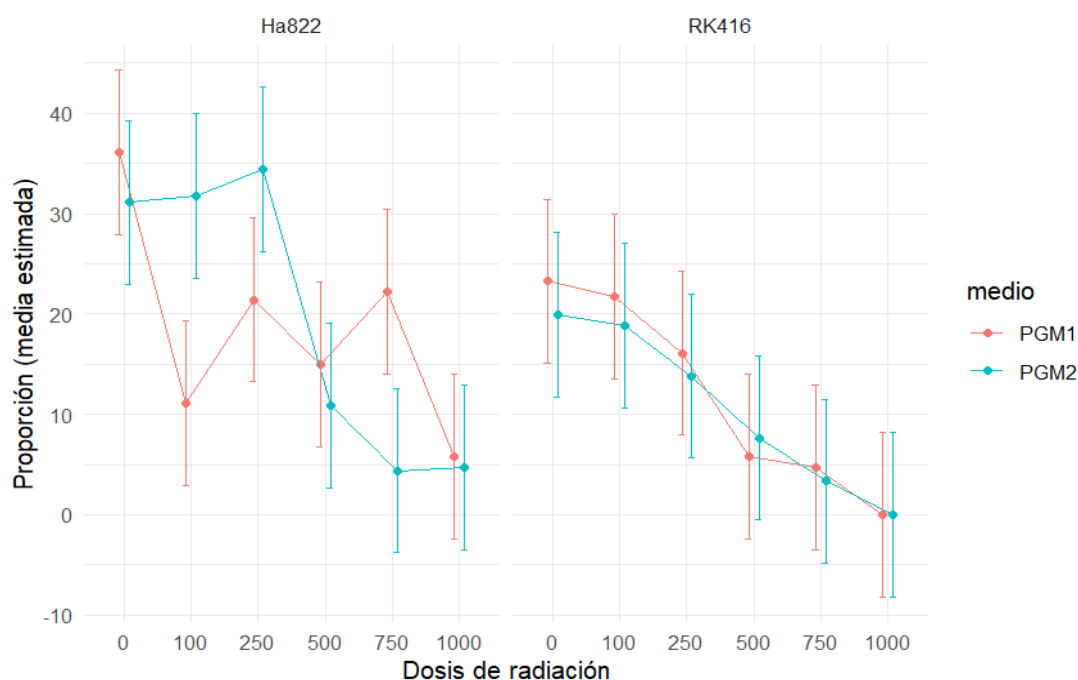


Figura 1. Proporción de germinación de los granos de polen respecto a las dosis de radiación aplicadas (100, 250, 500, 750 y 1000 Gy), para cada uno de los genotipos (HA822 y RK416), en los dos medios de germinación evaluados (PGM1 y PGM2).

Bibliografía

- MURTHY, M. N. K.; REDDY, Y. A. N. y VIRUPAKSHAPPA, K. (1994) Development of suitable germination medium for trinucleate pollen grains: an illustration with sunflower. *Journal of Oilseeds Research*, 11 (2), 304-307.
- SCHNEITER, A. A. y MILLER, J. F. (1981) Description of Sunflower Growth Stages. *Crop Science*, 21 (1), 901-903.
- TODOROVA, M.; NENOVA, N. y ENCHEVA, J. (2004) Study on *in vitro* pollen germination of sunflower (*Helianthus annuus* L.) before and after gamma-irradiation. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 10, 65-70

Efecto del priming con radiación gamma sobre el crecimiento vegetativo y la capacidad antioxidante en *Brassica* sp.

Arriagada, Pablo¹; López, María Dolores^{1,2}; Villegas, Daniel³; Garriga, Miguel⁴; Schoebitz, Mauricio⁴

¹Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. ²Laboratorio de Bioactivos e Ingredientes Vegetales (BIOINVE), Centro de Biotecnología, Universidad de Concepción. ³Centro de Tecnologías Nucleares en Ecosistemas Vulnerables (CTNEV) División de Investigación y Aplicaciones Nucleares (DIAN) Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN). ⁴Departamento de Suelos y Recursos Naturales, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción.

paarriagada2021@udec.cl

En un escenario de agricultura moderna presionada por el cambio climático y la degradación ambiental, el priming de semillas mejora la capacidad de los cultivos frente a futuros factores de estrés mediante estímulos subletales que inducen respuestas horméticas (Sherpa *et al.*, 2022). El priming con radiación gamma (GRP) representa una estrategia de elicitación física capaz de inducir señales oxidativas transitorias que actúan como moduladores redox, regulando vías sensibles al estado redox y la asignación metabólica mediante la activación de mecanismos señalizados por especies reactivas de oxígeno (ROS). En *Brassica*, un género caracterizado por una elevada actividad fenilpropanoide y gran plasticidad metabólica, este priming mediado por señales redox puede influir de manera decisiva en el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y el metabolismo antioxidante (Serrano *et al.*, 2024). Se planteó como hipótesis que dosis intermedias de radiación gamma inducen una respuesta hormética capaz de favorecer diferencialmente el crecimiento vegetativo en brócoli o la activación del metabolismo antioxidante, mientras que dosis elevadas superarían el umbral adaptativo y provocarían efectos inhibitorios. Por lo tanto, el presente estudio evaluó el efecto dosis-dependiente del priming con radiación gamma sobre el desarrollo vegetativo de plántulas de brócoli y las respuestas antioxidantes no enzimáticas. Se aplicaron cinco tratamientos de irradiación: 0 (Control), 25, 50, 75 y 100 Gy. Se evaluaron parámetros de crecimiento (altura y biomasa seca) y el perfil antioxidante mediante el contenido de Polifenoles Totales (PT), actividad captadora de radicales 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) y la capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC). Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando el software R. Los resultados revelaron una respuesta hormética diferencial significativa. En cuanto al crecimiento, la dosis de 50 Gy (T50) maximizó la elongación vegetativa alcanzando 46,92 cm, comportándose estadísticamente igual al control (45,45 cm). Sin embargo, el comportamiento químico evidenció su óptimo en una dosis superior. El tratamiento de 75 Gy (T75) potenció drásticamente el metabolismo secundario, incrementando el contenido de PT a 1.074,39 frente a los 919,44 del control. Este efecto fue aún más evidente en la capacidad ORAC, donde T75 alcanzó 21.561,10 mg TE/Kg, superando ampliamente a los 12.781,72 mg TE/Kg del grupo control y posicionándose en un grupo estadístico superior y aislado ($p \leq 0,05$). Este notable refuerzo metabólico en T75 se asoció con una reducción significativa en la altura de la planta (38,59 cm; grupo c) en comparación con T50 y el Control (grupo a), sin afectar de manera significativa la biomasa seca total. Esto evidencia un *trade-off* fisiológico comprobable, donde la planta, ante recursos energéticos y precursores finitos, redirige de forma prioritaria el flujo de carbono desde la elongación estructural hacia la biosíntesis de defensas químicas para garantizar la supervivencia a corto plazo (Del Carmen Martínez-Ballesta *et al.*, 2013). En contraste, la dosis más alta (100 Gy) indujo inhibición del crecimiento (36,59 cm) y una severa caída en los niveles de ORAC y PT, indicando una alteración de la homeostasis redox y el colapso del sistema de defensa más allá del umbral hormético. Se concluye que el uso de GRP modula la coordinación crecimiento–metabolismo y que la optimización de las dosis de irradiación constituye una herramienta de precisión, siendo las

dosis medias (50 Gy) adecuadas para optimizar vigor vegetativo, y las dosis media-altas (75 Gy) para programación metabólica y biofortificación funcional en precosecha.
Se agradece al proyecto Fondecyt Regular 1240947.

Bibliografía

MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C.; MORENO, D. A. y CARVAJAL, M. (2013) The physiological importance of glucosinolates on plant response to abiotic stress in Brassica. *International Journal of Molecular Sciences* [en línea], 14 (6), 11607–11625. Disponible en: <<https://doi.org/10.3390/ijms140611607>> [Acceso: 17 de abril de 2026].

SERRANO, C.; OLIVEIRA, M. C.; LOPES, V. R.; SOARES, A.; MOLINA, A. K.; PASCHOALINOTTO, B. H.; PIRES, T. C. S. P.; SERRA, O. y BARATA, A. M. (2024) Chemical profile and biological activities of Brassica rapa and Brassica napus ex situ collection from Portugal. *Foods* [en línea], 13 (8), 1164. Disponible en: <<https://doi.org/10.3390/foods13081164>> [Acceso: 17 de abril de 2026].

SHERPA, R.; DEVADAS, R.; BOLBHAT, S. N.; NIKAM, T. D. y PENNA, S. (2022) Gamma Radiation Induced In-Vitro Mutagenesis and Isolation of Mutants for Early Flowering and Phytomorphological Variations in Dendrobium ‘Emma White’. *Plants* [en línea], 11 (22), 3168. Disponible en: <<https://doi.org/10.3390/plants11223168>> [Acceso: 17 de abril de 2026].

Validación de polimorfismos genómicos en el cromosoma 5 asociados a la vida poscosecha del fruto de tomate en una población de híbridos dobles

Brulé, Franco Fernando¹; Rodríguez, Gustavo Rubén^{1,2}; Pereira da Costa; Javier Hernán^{1,2}

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario (IICAR-CONICET-UNR), ²Cátedra de Genética, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

francobrule@live.com

La vida poscosecha (VP) del fruto se define como los días transcurridos desde la cosecha hasta la aparición de los primeros signos visibles de deterioro. Es un carácter agronómico de interés con una herencia compleja siendo la firmeza del fruto uno de sus componentes. En el grupo de Genética y Mejoramiento de Tomate (IICAR-CONICET) se ha demostrado que el uso de germoplasma silvestre permite aumentar la VP del fruto y a la vez mejorar la textura, el color y el sabor (Di Giacomo et al., 2020). En este sentido, hemos desarrollado 22 líneas casi isogénicas (NIL) con alta VP, que presentan introgresiones de la accesión silvestre LA0722 de *Solanum pimpinellifolium* sobre el fondo genético del cultivar Caimanta de *S. lycopersicum*. Luego, se generaron poblaciones F₂ derivadas del cruzamiento inicial entre cuatro de estas líneas casi isogénicas (NIL). El objetivo de este trabajo fue validar regiones genómicas asociadas a caracteres de calidad de fruto en una población segregante de híbridos dobles (Hd), previamente detectadas en el estudio de la segregación de híbridos simples derivados del cruzamiento entre NIL. Se evaluó una población de 180 individuos Hd obtenidos del cruzamiento entre dos híbridos simples F₁ (N034xN069) x F₁ (N327xN320), **Figura 1**. A los 45 días post siembra fueron trasplantados a campo para evaluar a cosecha, en al menos seis frutos por planta, atributos de tamaño (diámetro, altura y peso), forma (F), color (índice a/b y luminosidad, L), dureza (Dur), vida poscosecha (VP), espesor de pericarpio, número de lóculos, contenido de sólidos solubles (SS) y acidez titulable (AT). Para la validación molecular, la población se caracterizó con 11 marcadores de tipo inserción/delección (InDel) y se realizaron análisis de punto único mediante ANOVA y comparación de medias por Duncan. Se encontraron dos asociaciones que no habían sido detectadas, para el marcador IND5-4612 con el carácter **F** explicando un 2% de la variabilidad fenotípica, y otra asociación a **VP** explicando el 14% de la variación observada. Además, se identificó una nueva asociación entre **AT** y el marcador IND4-0954, que explicó un 7% de la variación del carácter. Por otra parte, se validaron asociaciones que fueron detectadas previamente en la población F₂ (N034xN069). Se confirmó una asociación entre el índice **a/b** y los marcadores IND5-4612 e IND5-5411, explicando el 17% y 19% de la variabilidad observada para el carácter, respectivamente. Para **L**, se validaron dos asociaciones con los mismos marcadores que **a/b**, explicando ambos un 10% de la variabilidad fenotípica. En la misma población F₂, se validaron las asociaciones de los marcadores IND5-4612 e IND5-5411 con la firmeza (**Fir**), explicando un 13% y 16% de la variabilidad observada. Para VP se validó una asociación detectada previamente con el marcador IND5-5411 que explicó un 14% de la variabilidad del carácter detectada previamente en dicha población F₂. Finalmente, se validó una asociación detectada en la población F₂ (N320xN034) entre **SS** y el marcador IND3-6919, que explicó un 5% de la variabilidad observada. Los análisis permitieron validar asociaciones detectadas previamente en poblaciones F₂ para caracteres de color (índice **a/b** y **L**), **dureza** y **VP**. Al mismo tiempo se detectaron nuevas asociaciones no reportadas anteriormente. Por lo tanto, los QTL validados en distintos contextos genéticos y ambientes, determina la presencia de regiones genómicas asociadas a caracteres de calidad que pueden ser seleccionadas por marcadores de tipo InDel para mejorar la calidad de fruto en tomate.

Figura 1. Frutos maduros representativos de cada línea casi isogénica (NIL), las F₁ parentales de los híbridos dobles y de cada planta de híbridos dobles. La línea horizontal representa 1 cm.

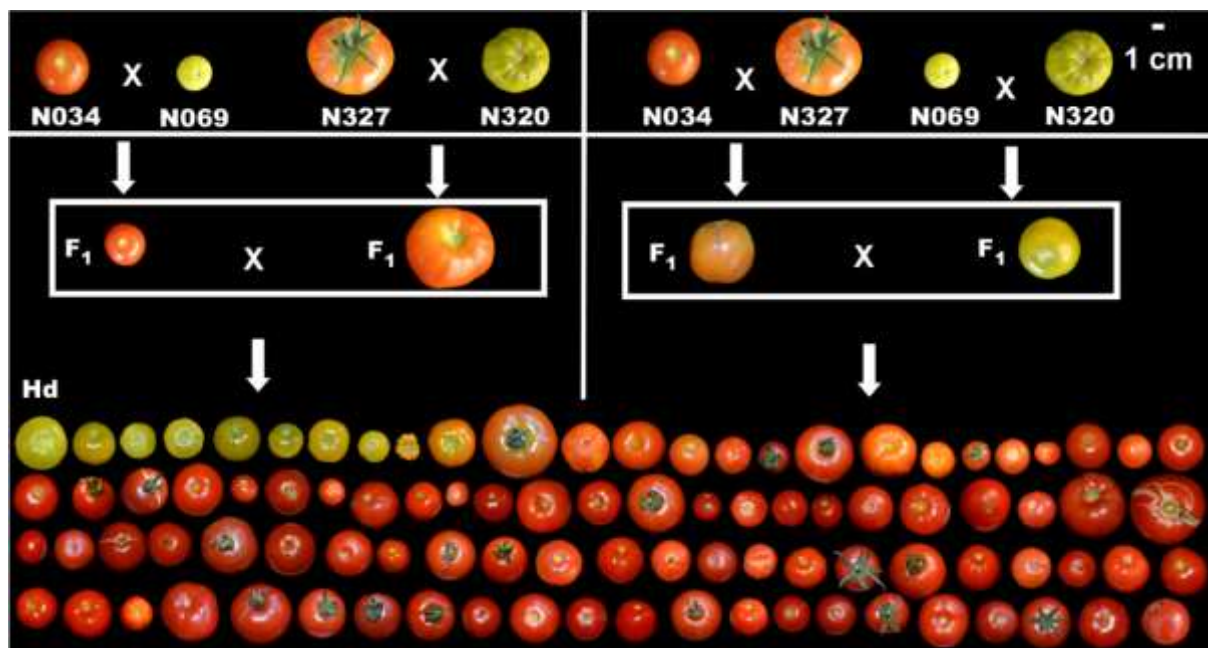


Tabla 1. Valores medios y su error estándar de cada genotipo para cada marcador asociado a caracteres de calidad de fruto de tomate.

Variable	Cr	Marcador	Genotipo				p-valor	R ² aj.
			CC	n	CP	n		
F	5	IND5-4612	0,90	78	0,85	99	0,03	0,02
a/b	5	IND5-4612	0,91	35	1,31	58	0,00	0,17
		IND5-5411	0,90	35	1,32	56	0,00	0,19
L	5	IND5-4612	45,47	35	41,44	58	0,00	0,10
		IND5-5411	45,50	35	41,45	56	0,00	0,10
Dur	5	IND5-4612	41,04	35	32,48	58	0,00	0,13
		IND5-5411	41,67	35	32,39	56	0,00	0,16
VP	5	IND5-5411	43,69	72	26,72	96	0,00	0,14
		IND5-4612	42,45	78	26,94	99	0,00	0,12
SS	3	IND3-6919	8,64	44	7,76	36	0,03	0,05
AT	4	IND4-0954	0,85	41	0,71	35	0,01	0,07

Cr: Cromosoma. **F:** Forma (cociente A/D); **VP:** Vida Poscosecha (en días); **a/b:** Índice a/b, donde **a** es la absorbancia 540 a nm de longitud de onda y **b**, absorbancia a 675 nm de longitud de onda); **L:** Luminosidad; **Fir:** Firmeza; **SS:** contenido de sólidos solubles (en °Brix); **AT:** Acidez titulable (g de ácido cítrico cada 100 g de jugo homogeneizado). **CC:** genotipo homocigota para el alelo del cv. Caimanta de *S. lycopersicum*; **CP:** genotipo heterocigota; **n:** cantidad de plantas de cada genotipo. Letras distintas entre valores medios indican diferencias significativas. **p-valor:** probabilidad asociada del test estadístico (ANOVA); **R² aj.:** coeficiente de regresión ajustado por el modelo.

Bibliografía

DI GIACOMO, M.; LUCIANI, M.D.; CAMBIASO, V.; ZORZOLI, R.; RODRIGUEZ, G. R.; PEREIRA DA COSTA, J. H. (2020) Tomato near isogenic lines to unravel the genetic diversity of *S. pimpinellifolium* LA0722 for fruit quality and shelf life breeding. *Euphytica* 216, 126.

Desarrollo de una población segregante para el contenido de rutina en espárrago. Darfe Retuerta, Camila Denise¹; Balaban, David Mario²; Martina, Matteo³; Portis, Ezio³; Acquadro, Alberto³; Martin, Eugenia Alejandra^{1,4}

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario (IICAR-CONICET), Zavalla, SF, Argentina. ²Cátedra de Sistemas de Cultivos Intensivos, Área Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR), Zavalla, SF, Argentina. ³Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA), Università degli Studi di Torino (UNITO), Grugliasco, To, Italia. ⁴Cátedra de Mejoramiento Vegetal y Producción de Semillas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR), Zavalla, SF, Argentina.
darferetuerta@iicar-conicet.gob.ar

En un contexto de creciente demanda global por alimentos de mayor calidad nutricional, los alimentos funcionales han adquirido relevancia por sus efectos beneficiosos sobre la salud humana. El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) se destaca como un alimento funcional debido a su contenido de compuestos bioactivos, particularmente rutina, un flavonoide asociado a múltiples bioactividades, incluyendo efectos antioxidantes, antitumorales, antiinflamatorios y antimicrobianos (Hu *et al.*, 2025). A pesar de su importancia, la base genética que regula su producción en el cultivo de espárrago es aún poco conocida. En este marco, el desarrollo de una población segregante para el contenido de rutina resulta fundamental para la identificación de las regiones genómicas y/o genes asociados a su biosíntesis. Para el desarrollo de la población segregante se utilizó como parental femenino una planta selecta del cultivar de polinización abierta Argenteuil y como parental masculino un único genotipo del cultivar UC157, ambos pertenecientes a la colección de germoplasma de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA-UNR). Los cruzamientos dirigidos se realizaron durante la floración de la campaña 2023, durante los meses de octubre y noviembre, asegurando el aislamiento de los parentales mediante el uso de bolsas de tela. Las flores estaminadas fueron recolectadas diariamente en placas de Petri y utilizadas para la polinización manual de flores pistiladas. En febrero de 2024 se cosecharon los frutos formados, y las semillas obtenidas se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 10% durante 30 minutos. Posteriormente, se germinaron en cámara de crecimiento a 25 °C en oscuridad durante 28 días. Las plántulas se trasplantaron a bandejas multimacetas de 72 celdas, en sustrato comercial Turba+Plus (Carluccio), y se mantuvieron en invernadero durante los meses de junio y julio. En agosto de 2024, un total de 300 plantines se establecieron a campo en el Módulo de Horticultura del Campo Experimental J. F. Villarino (FCA-UNR), con un espaciamiento de 1,4 m entre hileras y 0,2 m entre plantas, bajo riego suplementario por goteo. Durante la campaña 2024, las plantas se mantuvieron en crecimiento vegetativo; en invierno la parte aérea se secó y fue eliminada, iniciando un nuevo ciclo en la primavera de 2025. Durante el ciclo productivo 2025 (primer año), se cosecharon turiones de ~20 cm de longitud de cada planta de la población y de ambos parentales, los cuales fueron liofilizados y almacenados en freezer -80°C. Posteriormente, se realizó la extracción de metabolitos a partir de 100 mg de materia seca siguiendo el protocolo de Moglia *et al.* (2008). Los extractos obtenidos fueron analizados mediante cromatografía líquida de alta resolución acoplada a detector UV (HPLC-UV) para la determinación del contenido de rutina. Como estándar de referencia se utilizó rutina comercial (Sigma). Las condiciones cromatográficas incluyeron un flujo de 0,7 ml/min y un gradiente de H₂O: metanol (65–95–95%), empleando una columna C18 (150 × 3 mm, 5 µm; Luna, Phenomenex) y detección a 320 nm. Se realizaron dos inyecciones por muestra de la población y dos inyecciones por muestra parental. A partir de los cromatogramas se determinó el contenido de rutina, expresado en mg/g de materia seca (DM). Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2021). Como resultados, el análisis de varianza evidenció diferencias significativas entre los parentales ($p < 0,0001$), observándose valores medios de $3,43 \pm 0,06$ mg/g DM para el parental femenino y $6,75 \pm 0,05$ mg/g DM para el masculino. En la población segregante, el contenido de rutina varió entre un mínimo de 0,33 mg/g DM y un máximo de 24,32 mg/g DM, mostrando desviaciones significativas respecto a la normalidad

(Shapiro–Wilk = 0,81; $p < 0,0001$). Adicionalmente, se evaluó la presencia de segregación transgresiva en la población, definiéndose como tales aquellos individuos con valores superiores o inferiores al parental más extremo ± 2 desvíos estándar (DS), identificándose un 20% de individuos transgresivos superiores y un 37% de individuos transgresivos inferiores. En conclusión, fue posible desarrollar una población segregante para el contenido de rutina, la cual constituye un primer paso hacia la identificación de regiones genómicas y/o genes asociados a su biosíntesis. Además, los individuos transgresivos superiores representan un recurso valioso para la selección de genotipos con mayor contenido de rutina en programas de mejoramiento.

Bibliografía

DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZÁLEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. W. (2021) InfoStat versión 2021.

HU, L.; LUO, Y.; YANG, J.; CHENG, C. (2025) Botanical Flavonoids: Efficacy, Absorption, Metabolism and Advanced Pharmaceutical Technology for Improving Bioavailability. *Molecules* 2025, 30, 1184. <https://doi.org/10.3390/molecules30051184>

MOGLIA, A.; LANTERI, S.; COMINO, C.; ACQUADRO, A.; DE VOS, R.; BEEKWILDER, J. (2008) Stress-induced biosynthesis of dicaffeoylquinic acids in globe artichoke. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (18), 8641–8649.

Asociación entre la variabilidad fenotípica y molecular detectada por marcadores SNP-HRM diferencialmente diseñados en una F₂ de un cruzamiento amplio de tomate

Dana Di Monaco^{1*}, Elisa Barraso Tognolotti^{1*}, Paolo Cacchiarelli², Vladimir Cambiaso^{1,2}, Valentina Goytia Bertero³, Débora P. Arce³, Gustavo R. Rodríguez^{1,2}, Guillermo R. Pratta^{1,2}

¹ Cátedra de Genética, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR. C.E. Villarino, Zavalla. ² IICAR - Instituto de Investigación en Ciencias Agrarias de Rosario. C.E. Villarino, Zavalla. ³ FRSN-UTN. Colón 332, B2900. San Nicolás de los Arroyos, Buenos Aires. *ex-aequo.

dana.dimonaco@gmail.com

Los cruzamientos amplios de tomate entre un genotipo cultivado y una especie silvestre son fundamentales para el mejoramiento genético, ya que introducen variabilidad. La autofecundación de la F₁ genera poblaciones segregantes (F₂, líneas recombinantes) que combinan alelos favorables para características complejas como la calidad del fruto. En este caso el cruzamiento inicial fue entre el cv. Caimanta de *Solanum lycopersicum* (C) y la accesión LA0722 de *S. pimpinellifolium* (P), usados como progenitores de diversas poblaciones base del programa de mejoramiento del Grupo de Genética y Mejoramiento en Tomate (GMT) derivadas de su F₁ interespecífica (CxP). A partir de ésta, se obtuvo la generación segregante F₂, población que exhibe una alta variabilidad genética en los niveles molecular y fenotípico. La F₂ combina los genes de los progenitores originales, produciendo una descendencia diversa con segregación para caracteres como color, forma y otros rasgos de interés agronómico. La tecnología HRM (*High Resolution Melting*, o Fusión de Alta Resolución) permite detectar polimorfismos de tipo SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*, o Polimorfismos de Nucleótido Único) entre las secuencias génicas de los diferentes individuos de una población. Este grupo desarrolló marcadores SNP-HRM en base a dos estrategias diferenciales de diseño: por un lado, en base a polimorfismos usando directamente la secuencia genómica de los progenitores C y P (Cabodevila *et al.*, 2021), y por el otro, en estudios proteómicos se identificaron polipéptidos expresados diferencialmente y los SNP-HRM se desarrollaron sobre polimorfismos en la secuencia génica correspondiente de C y P (Goytia Bertero *et al.*, 2024). Así, en este trabajo se presentan cuatro SNP-HRM que fueron validados previamente: un SNP-HRM del cromosoma 6 y uno del 9 (HRM_Ch06-45mb y HRM_Ch09-34mb, respectivamente, desarrollados por Cabodevila *et al.*, 2021 y validado por Barroso *et al.* (2025), y otros dos también del cromosoma 9, (HRM_2-VGB/Solyc09g011030 y HRM_3-VGB/Solyc09g075950, genes de *Heat Shock Protein*), desarrollados a partir de información proteómica por Goytia Bertero *et al.* (2024) y validados por Barroso *et al.* (2025). Esta información molecular en conjunto con la fenotípica permitirá identificar QTLs (*Quantitative Trait Loci* o Loci de Caracteres Cuantitativos) en la generación bajo estudio. Por ende, el objetivo del presente trabajo fue detectar QTLs a partir de la asociación entre la variación molecular y fenotípica detectada por marcadores SNP-HRM en la generación F₂ derivada de una F₁ interespecífica de CxP. El análisis de los cuatro SNP-HRM desarrollados anteriormente se comenzó con la amplificación del ADN con estos marcadores mediante PCR *real-time* BIO-RAD® CFX-Maestro y el análisis de las amplificaciones se realizó con el software BIO-RAD® *Precision Melt Analysis* (PMA). Los datos fenotípicos de la población segregante F₂ fueron obtenidos y brindados por Cambiaso *et al.* (2019). Los rasgos fenotípicos considerados incluyeron caracteres morfológicos y organolépticos, los que se encuentran: vida poscosecha, altura, forma, peso, diámetro, acidez, pH, contenido en sólidos solubles (SS), número de lóculos, espesor del pericarpio, la relación a/b, L y firmeza. Todos los datos fueron sometidos a evaluación sobre la distribución normal de los mismos mediante prueba de Shapiro-Wilk. Aquellas variables que no presentaron distribución normal fueron transformadas por el logaritmo en base 10 (Log₁₀). A partir de esta información fenotípica y molecular se detectaron QTLs mediante ANOVA a uno y dos criterios de clasificación. Aquellas variables

fenotípicas que no ajustaron a la normalidad aun transformadas, se compararon por la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los resultados mostraron que la mayoría de las variables fenotípicas presentaron distribución normal, salvo diámetro, altura, peso, acidez, las cuales fueron transformadas por Log₁₀. A partir del ANOVA de único punto se detectaron QTLs para SS, acidez y firmeza (Tabla 1). La variable SS fue detectada significativamente por los marcadores HRM_Ch06_45mb y HRM_Ch09_34mb; la variable transformada de la acidez fue detectada significativamente por el HRM_2-VGB; y por último, la firmeza fue detectada por el HRM_Ch09_34mb y el HRM_2-VGB. Luego, en el ANOVA bifactorial, las interacciones entre los marcadores encontrados para las variables SS y firmeza, ambas resultaron no significativas, siendo marcadores independientes que no presentan relaciones epistáticas. Por último, en el test no paramétrico no se detectaron QTLs para los caracteres fenotípicos con ninguno de los SNP-HRM.

Rasgo	HRM-SNP		HRM_Ch06 45mb		HRM_Ch09 34mb		HRM_2-VGB HSP70	
	<i>p-value</i>		<i>R</i> ² adj.		<i>p-value</i>		<i>p-value</i>	
SS		0,0193		0,06		0,0013		0,12
Acidez*		-		-		-		0,0034
Firmeza		-		-		0,0073		0,08

Tabla 1: QTLs detectados mediante ANOVA de único punto a través de los SNP-HRM diseñados en base a información proveniente de experimentos diferenciales del programa de mejoramiento. * Transformado por Log₁₀.

En conclusión, se detectaron QTLs en la generación F₂ derivada de la F₁ del cruzamiento CxP. La variable SS se asoció a dos marcadores, la variable acidez (en base logarítmica) a un marcador, y la variable de firmeza a dos de los marcadores SNP-HRM. A diferencia de los otros marcadores, el marcador HRM 3-VGB no detectó ningún QTL. De esta manera se asoció variabilidad molecular y fenotípica que permitió detectar QTLs de interés agronómico a partir de tres SNP-HRM diseñados en base a información proveniente de experimentos de expresión diferencial obtenidos dentro del programa de mejoramiento de la especie.

Bibliografía

- BARROSO TOGNOLOTTI, ELISA; DI MÓNACO, DANA M.; GOYTIA BERTERO, VALENTINA; CACCHIARELLI, PAOLO; CAMBIASO, VLADIMIR; ARCE, DÉBORA P.; RODRÍGUEZ, GUSTAVO R.; PRATTA, GUILLERMO R. Variabilidad genética en el nivel molecular detectada por SNP-HRM en una población F₂ interespecífica de tomate. XXVII Congreso y XLV Reunión Anual de la SBR, 2025.
- CABODEVILA, V. G., CAMBIASO, V., RODRÍGUEZ, G. R., PICARDI, L. A., PRATTA, G. R., CAPEL, C., & CAPEL, J. (2021). A segregating population from a tomato second-cycle hybrid allows the identification of novel QTL for fruit quality traits. *Euphytica*, 217(1), 6.
- CAMBIASO, V., PRATTA, G. R., DA COSTA, J. H. P., ZORZOLI, R., FRANCIS, D. M., & RODRÍGUEZ, G. R. Whole genome re-sequencing analysis of two tomato genotypes for polymorphism insight in cloned genes and a genetic map construction. (2019). *Scientia Horticulturae*, 247, 58-66.
- GOYTIA BERTERO V., CACCHIARELLI P., PRATTA G.R., ARCE D.P. Diseño de cebadores para polimorfismos de base única (snp) en dos líneas parentales de tomate (*Solanum lycopersicum*). IV Jornada Regionales de Genética de la SAG, 2024.

Inducción de brotes múltiples en el meristema apical de embriones maduros de *Eragrostis curvula*: efecto del medio de cultivo, la condición de iluminación y el repique

Di Tomaso, Jorge¹; Permingeat, Hugo¹; Souza Canada, Eduardo D.¹

¹Plataforma Agrotecnológica Biomolecular, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

souzadaniel8@hotmail.com

La biotecnología vegetal constituye una herramienta fundamental para el mejoramiento genético y el estudio funcional de genes en gramíneas forrajeras. En *Eragrostis curvula* (Schrader) Nees especie C4 modelo para el estudio de la tolerancia a la sequía y la apomixis, la regeneración *in vitro* en gramíneas de estación cálida presenta desafíos técnicos asociados a la eficiencia de los explantos (Muguerza et al., 2022) empleados para la transformación y edición génica. Ante la estacionalidad de las inflorescencias inmaduras, los embriones maduros emergen como una fuente de material estratégica y disponible todo el año, aunque su capacidad regenerativa requiere ser optimizada. El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de la composición del medio de cultivo, la iluminación y el manejo del explanto sobre la capacidad inductiva del meristema apical del eje embrionario (SAM) en el cultivar Tanganyika INTA. Se evaluaron 1.247 explantos mediante un diseño factorial completo ($4 \times 2 \times 2$). Se probaron cuatro medios de cultivo basados en Murashige y Skoog (MS), con modificaciones en la concentración de macronutrientes, vitaminas, aminoácidos, caseína hidrolizada y agentes gelificantes (Phytigel™ al 0,3% o 0,5%). Todos los medios contenían 3% de maltosa y distintas combinaciones de los reguladores de crecimiento 6-bencilaminopurina (BAP) y ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D). Los Medios 1, 3 y 4 contenían BAP (8,9 μM) y 2,4-D (2,2 μM), mientras que el Medio 2 presentaba la concentración invertida de ambos fitoreguladores. Para cada medio se realizaron cuatro réplicas con 40 explantos. Como factores ambientales y de manejo, se comparó la oscuridad continua frente a un fotoperiodo de 16/8 h con una intensidad de 55,2 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (25 ± 2 °C), y el mantenimiento por 6 semanas frente a la realización de un repique a medio fresco a las 3 semanas de cultivo. Los datos se analizaron mediante un Modelo Lineal Generalizado (GLM) de familia binomial y función de enlace logit en el software R (R Core Team, 2024). Las comparaciones de medias se realizaron con ajuste de Sidak ($p < 0,05$) utilizando el paquete emmeans (Lenth, 2024). El análisis de desviación reveló una interacción triple altamente significativa entre el medio de cultivo, la condición de iluminación y el repique ($\chi^2 = 23,90$; gl = 3; $p < 0,001$), evidenciando que la eficiencia inductiva es el resultado de la sinergia entre los tres factores. La mayor probabilidad de inducción se registró con el Medio 3 bajo luz y con repique (93,3%; grupo “a”) (Fig. 1), seguido por el Medio 1 bajo luz sin repique (89,2%; grupo “ab”), sin diferencias significativas entre ambos. Por el contrario, la oscuridad redujo drásticamente la respuesta, alcanzando una inducción nula (0,0%) en el Medio 2 con repique. Estas diferencias sugieren que la disponibilidad de nutrientes y la calidad del soporte físico influyen en la activación del SAM. Los medios con balance favorable a la citocinina (1, 3 y 4) mostraron mayor plasticidad, mientras que la relación invertida del Medio 2 resultó determinante de su bajo desempeño. Se concluye que la optimización de la regeneración depende de una sinergia crítica entre el balance hormonal, el refuerzo nutricional y el entorno físico. El empleo de modelos lineales permitió establecer que el Medio 3 bajo fotoperiodo y con repique es la plataforma más eficiente para estandarizar protocolos de transformación y edición génica en la especie, permitiendo un flujo de trabajo independiente de la fenología de la planta.

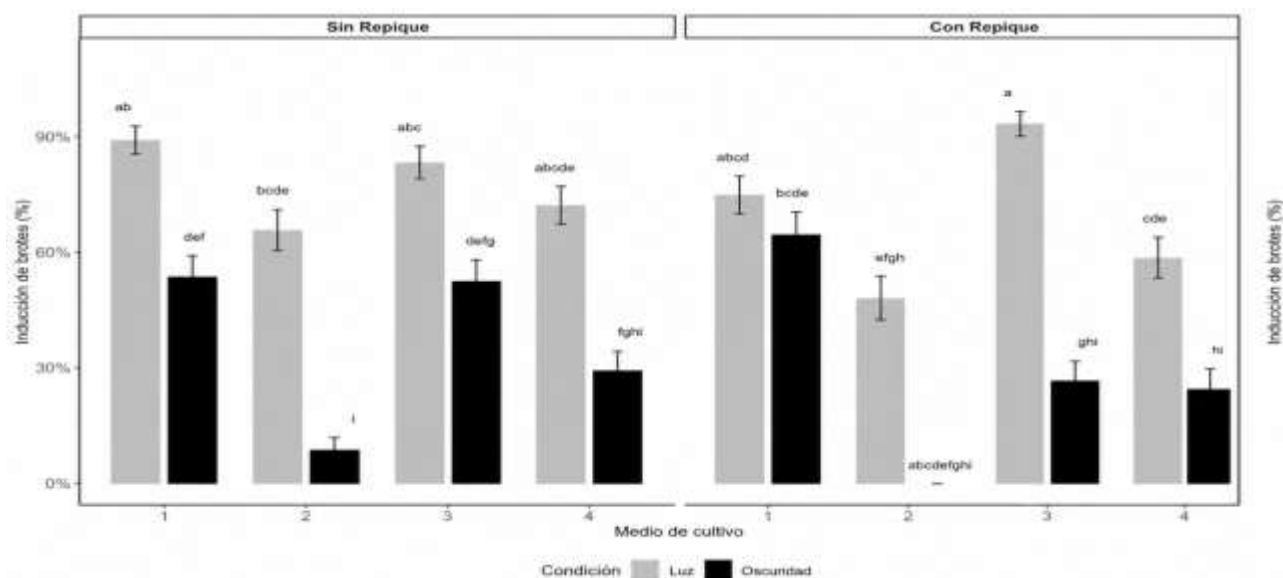


Figura 1. Porcentaje de inducción de brotes múltiples en 16 combinaciones de tratamiento en embriones maduros de *E. curvula*. Medios: 1, 2, 3 y 4. Barras de error: error estándar. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Bibliografía

LENTH, R. V. (2024) emmeans: Estimated Marginal Means. R package version 1.10.3..

MUGUERZA, M. B., et al. (2022). Tissue Culture and Somatic Embryogenesis in Warm-Season Grasses—Current Status and Its Applications: A Review. *Plants*, 11(9), 1263.

R CORE TEAM (2024) R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.

Identificación de variantes genéticas entre el cultivar Voyage de *Solanum lycopersicum* y dos genomas de referencia

Freggiaro, Celeste^{1,2}; Vazquez, Dana Valeria^{1,2}; Rodríguez, Gustavo Rubén^{1,2}

¹ Cátedra de Genética. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. ² Instituto de Investigación en Ciencias Agrarias de Rosario (IICAR-CONICET-UNR). Campo Experimental Villarino, (S2125ZAA) Zavalla, Santa Fe, Argentina.

freggiaro@iicar-conicet.gob.ar

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una especie modelo para estudios genéticos. A partir del Proyecto Genoma Tomate se obtuvo la secuencia completa del genoma de referencia del cultivar Heinz 1706 de *S. lycopersicum* (The Tomato Genome Consortium, 2012), impulsando proyectos de re-secuenciación. Recientemente, se logró el ensamblaje genómico a nivel cromosómico de la accesión LA1589 de *Solanum pimpinellifolium* L. (Han *et al.*, 2024), proporcionando una referencia de alta calidad para estudios comparativos y detección de variantes genéticas. El cultivar Voyage se caracteriza por presentar frutos apocárpicos (Figura 1), constituyendo un fenotipo distintivo de interés para el estudio de los determinantes genéticos asociados a formas complejas (Vazquez *et al.*, 2022). Dos genes mayores, *FAS* y *LC*, son esenciales para la manifestación de este fenotipo; sin embargo la complejidad de este carácter, evidenciada por su alta variabilidad de expresión, sugiere que la manifestación del fenotipo Voyage no depende únicamente de estos genes mayores. Para identificar determinantes genéticos se han desarrollado Líneas Casi Isogénicas (NILs, por sus siglas en inglés *Near Isogenic Lines*) en el fondo genético de LA1589, lo que permite aislar el efecto de regiones genómicas específicas.

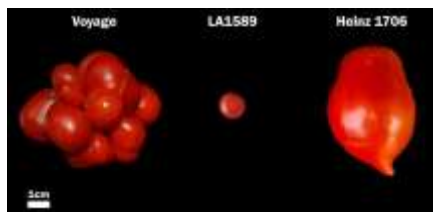
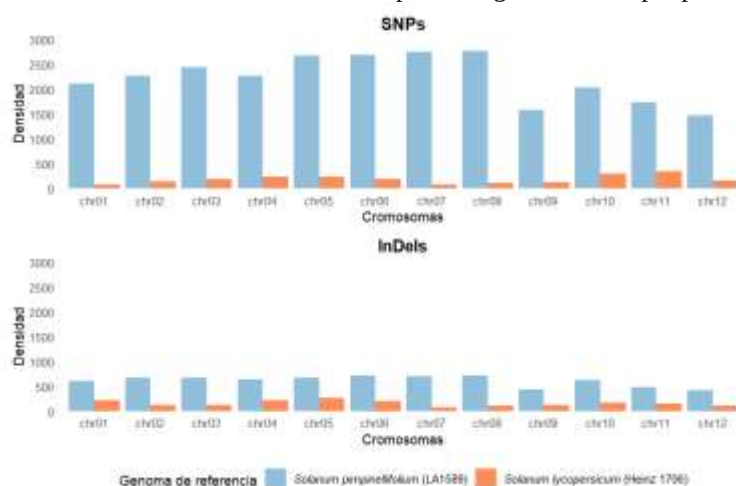


Figura 1: Representación de los frutos del cultivar Voyage de *S. lycopersicum*, LA1589 de *S. pimpinellifolium* y Heinz 1706 de *S. lycopersicum*. La línea horizontal blanca corresponde a la escala de referencia de 1 cm.

El objetivo del trabajo fue identificar variantes genéticas a partir del estudio de secuencias de genoma completo del cultivar Voyage (*S. lycopersicum*) respecto a los genomas de referencia de *S. lycopersicum* (Heinz 1706, versión SL4.0) y *S. pimpinellifolium* (LA1589). Para realizar el alineamiento, las secuencias de lectura y los genomas de referencia se obtuvieron del repositorio del NCBI (*National Center for Biotechnology Information*). Se usó la herramienta Trim Galore para eliminar lecturas de baja calidad y cortar los adaptadores de los archivos FASTQ. Las lecturas filtradas se alinearon contra los genomas de referencia Heinz 1706 y LA1589 mediante Bowtie2 utilizando la opción “--very-sensitive-local”. Los alineamientos obtenidos en formato SAM (mapa de alineación de secuencia o en inglés *Sequence Alignment Map*) fueron procesados y convertidos a formato BAM (mapa de alineación binaria o en inglés *Binary Alignment Map*), incluyendo su ordenamiento y etiquetado, mediante herramientas del paquete Picard. Finalmente, la calidad de los alineamientos fue evaluada utilizando Qualimap. La detección de variantes genómicas se realizó utilizando herramientas del paquete GATK (*Genome Analysis Toolkit*). A partir de los archivos de alineamiento en formato BAM y la secuencia del genoma de referencia, se generaron archivos en formato gVCF (*Genomic Variant Calling Format*) que contienen información de todo el genoma. Posteriormente, se llevó a cabo el genotipado para obtener archivos en formato VCF (*Variant Call Format*) con las variantes identificadas. Estas variantes se separaron en SNPs (Polimorfismos de Nucleótido Simple, del inglés *Single Nucleotide Polymorphism*) e InDels (inserciones/deleciones) y,

finalmente, se aplicaron filtros de calidad para eliminar aquellas de baja confiabilidad. Aunque ambas referencias lograron mapear la gran mayoría de las lecturas, el alineamiento respecto a Heinz 1706 alcanzó una tasa de mapeo superior (99,77%) en comparación con la obtenida para LA1589 (99,55%). La calidad media de mapeo fue superior en la referencia cultivada, alcanzando un valor de 32,92 mientras que en la referencia silvestre fue menor (27,42). La cobertura promedio fue superior en la referencia Heinz 1706. Finalmente, el análisis permitió detectar diferencias en la cantidad de SNPs e InDels según la referencia utilizada para el alineamiento. En la **Figura 2** se muestran las distribuciones de SNPs e InDels por cromosoma, obtenidas a partir del alineamiento del genoma de Voyage respecto de ambos genomas de referencia. Cuando se empleó la referencia de LA1589, se identificaron un total de 34.151 polimorfismos por Mb, de los cuales 26.770 fueron SNPs y 7.381 InDels. El cromosoma 8 y 7 presentaron la mayor cantidad SNPs por Mb, mientras que el cromosoma 6 presentó la mayor cantidad de InDels por Mb. El cromosoma 12 registró la menor densidad tanto de SNPs como de InDels. Por otro lado, al utilizar la referencia del cultivar Heinz 1706, se detectaron 4.196 variantes genéticas por Mb, de las cuales 2.264 corresponden a SNPs y 1.932 a InDels. Los SNPs fueron más densos principalmente en los cromosomas 10 y 11, mientras que los cromosomas 1 y 7 presentaron la menor cantidad por Mb. En cuanto a los InDels, el cromosoma 5 mostró la mayor densidad, en contraste con los cromosomas 7 y 12 que registraron los valores más bajos (Figura 2).

Figura 2: Distribución de densidad de polimorfismos tipo SNPs (arriba) e InDels (debajo) por cromosoma. Los colores indican los alineamientos respecto al genoma de *S. pimpinellifolium* (azul) y *S. lycopersicum* (naranja).



En conclusión, el alineamiento de las secuencias de Voyage respecto a *S. lycopersicum* presentó mejor profundidad de cobertura y calidad. No obstante, la referencia de *S. pimpinellifolium* permitió detectar una mayor cantidad de variantes a lo largo de todo el genoma. Estos resultados posibilitan el desarrollo de marcadores moleculares que serán utilizados para derivar líneas isogénicas en el fondo genético de LA1589, destinadas al mapeo de determinantes genéticos de la forma del fruto.

Bibliografía:

- HAN, H.; LI, X.; LI, T.; CHEN, Q.; ZHAO, J.; ZHAI, H.; DENG, L.; MENG, X. y LI, C. (2024). Chromosome-level genome assembly of *Solanum pimpinellifolium*. *Scientific data*, 11(1), 577.
- TOMATO GENOME CONSORTIUM (2012). The tomato genome sequence provides insights into fleshy fruit evolution. *Nature*, 485(7400), 635–641.
- VAZQUEZ, D. V.; PEREIRA DA COSTA, J. H.; GODOY, F. N. I.; CAMBIASO, V. y RODRÍGUEZ, G. R. (2022). Genetic basis of the lobedness degree in tomato fruit morphology. *Plant science*, 319, 111258.

Identificación de reguladores transcripcionales involucrados en la tolerancia a la acidez en rizobios noduladores de alfalfa

Iglesias, Julieta*; Rocco Welsh, Ramiro; Pistorio, Mariano; Nilsson, Juliet.

IBBM (Instituto de Biotecnología y Biología Molecular), UNLP - CONICET - La Plata - Buenos Aires – Argentina
juliiglesias2003@gmail.com

El nitrógeno es el componente más abundante de la atmósfera, pero solo unos pocos organismos, entre ellos los rizobios, son capaces de convertirlo en amonio mediante la fijación biológica de nitrógeno (FBN), permitiendo que quede disponible como nutriente para otros seres vivos. Los rizobios son bacterias gram negativas que pueden realizar la fijación de nitrógeno en asociación simbiótica con las plantas leguminosas. La importancia de estudiar la simbiosis rizobio-leguminosa necesaria para la FBN se debe en gran parte a la promoción de una agricultura sustentable frente a la demanda nutricional actual. Aunque los fertilizantes químicos han permitido cubrir la demanda de nitrógeno, su uso excesivo provoca impactos ambientales, como acidificación de suelos y aguas, eutrofización, pérdida de biodiversidad y contaminación atmosférica. Las leguminosas son la tercera familia más grande de plantas superiores. En particular, *Medicago sativa* (alfalfa) representa una fuente de forraje para alimento vacuno siendo de gran valor agronómico debido a su alto contenido proteico, así como una alta producción de materia seca. Su cultivo ocupa más de 32 millones de hectáreas en el mundo. En Argentina, ca. 3 millones de hectáreas son utilizadas para su producción (Basigalup, 2022). La alfalfa presenta una elevada especificidad con sus microsimbiontes siendo *Sinorhizobium meliloti* uno de ellos. Resulta relevante destacar que las áreas de cultivo se han ido modificando durante los últimos años, donde el avance de la agricultura sobre las pasturas ha provocado no sólo una intensificación de los sistemas pastoriles sino también su desplazamiento parcial hacia zonas con mayores limitaciones como salinidad, acidez, anegamiento o sequía (Basigalup, 2022). En este contexto, esta asociación simbiótica se ve afectada en suelos con pHs moderadamente bajos, principalmente por la sensibilidad de dichos microsimbiontes, siendo la tolerancia a la acidez una característica fenotípica clave en rizobios. Años atrás, nuestro laboratorio identificó una nueva especie, *Rhizobium favelukesii*, con una elevada tolerancia a la acidez, muy competitiva para la nodulación de alfalfa en suelos ácidos, pero ineficiente en la FBN. Análisis transcriptómicos y proteómicos (Nilsson et al., 2019, 2020) demostraron que este rizobio presenta una respuesta al estrés ácido pleiotrópica, la cual es compartida con muchos rizobios, entre ellos *S. meliloti*. Sin embargo, *R. favelukesii* activa además otras vías como la producción de moléculas protectoras frente a dicho estrés. Al evaluar los genes sobreexpresados en *R. favelukesii* la mayoría se encuentran presentes en el rizobio eficiente, pero ácido-sensible, *S. meliloti*. Esto conduce a la hipótesis de que la diferencia entre un fenotipo ácido-sensible y uno ácido-tolerante puede recaer principalmente en los patrones espacio-temporales de expresión de ambos rizobios frente al mismo estrés, más que unos pocos genes presentes en *R. favelukesii* y ausentes en *S. meliloti*.

A partir de la hipótesis propuesta, nos propusimos como objetivo avanzar en la determinación de los mecanismos de regulación transcripcional involucrados en la adaptación de los rizobios a suelos ácidos. Así, mediante una primera identificación *in silico* de los reguladores transcripcionales (RT) presentes en *R. favelukesii*, y posterior comparación de su expresión con los RTs homólogos en *S. meliloti* bajo condiciones de estrés ácido, se obtuvieron diversos RT candidatos posiblemente involucrados en la tolerancia a la acidez. Uno de los candidatos fue luego caracterizado mediante la construcción de un mutante delecional y posterior evaluación del fenotipo frente a condiciones de estrés ácido.

Identificación *in silico*: los genes asociados a RTs de *R. favelukesii*, se identificaron a partir de la anotación del genoma haciendo uso de las categorías funcionales asociadas a la transcripción (COG K, EggNOG). Los homólogos en *S. meliloti* se obtuvieron mediante la herramienta BLAST

Reciprocal Best Hits (Galaxy). Comparación de los niveles de expresión en de los RTs en condiciones de acidez: a partir de datos previamente publicados sobre el transcriptoma y proteoma tanto de *R. favelukesii* (Nilsson et al., 2019, 2020) como de *S. meliloti* (Hellweg et al., 2009) en condiciones de acidez, se determinó para este conjunto de genes ortólogos cuales presentaban una expresión similar, contrapuesta o no significativa frente a dicho estrés. Caracterización *in vitro* del RT candidato: la obtención del mutante se obtuvo mediante la estrategia de mutación delecional por doble recombinación homóloga. El análisis fenotípico de los mutantes se realizó mediante la evaluación de 3 réplicas biológicas de las cinéticas de crecimiento en condiciones de estrés ácido (pH 4,6) y de reducción de viables a pH 3,5 (letal) como se describe en Nilsson et al., 2019.

Al analizar el genoma de *R. favelukesii*, se identificaron 616 genes asociados a RTs, de los cuales 292 presentaron un homólogo en *S. meliloti*. Luego, a partir de la comparación en los perfiles de expresión de los RTs, se encontraron 47 genes que presentaban una expresión similar, contrapuesta o no significativa frente a dicho estrés. A partir de estos genes se seleccionó un RT candidato (LPU83_3442) para determinar *in vitro* su relevancia en el fenotipo característico de *R. favelukesii*. La cepa mutante en el gen LPU83_3442, mostró diferencias significativas con la cepa salvaje, tanto en la reducción de viables como en la cinética de crecimiento en condiciones de acidez. Estos resultados indican que este RT presenta un rol significativo en la tolerancia al estrés ácido. La proteína codificada por este gen pertenece a la familia TACO1-like y presenta el dominio TACO1/YebC. En acuerdo con nuestros resultados una proteína de la misma familia ha sido descrita en *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* CAUH1 como un posible regulador transcripcional de la respuesta de tolerancia a la acidez.

En su conjunto, los resultados obtenidos aportan conocimientos básicos sobre los sistemas de regulación en *R. favelukesii* LPU83 permitiendo avanzar en la caracterización de las diferencias regulatorias observada en los rizobios en condiciones de acidez y contribuyendo así a ampliar las bases para el diseño de futuros marcadores asociados a la tolerancia a la acidez en rizobios.

Bibliografía

BASIGALUP, D. H. (Comp.) (2022) Investigación, producción e industrialización de la alfalfa en Argentina. Ediciones INTA. 783 p.

NILSSON, J. F.; CASTELLANI, L. G.; DRAGHI, W. O.; MOGRO, E. G.; WIBBERG, D.; WINKLER, A.; HANSEN, L. H.; SCHLÜTER, A.; PÜHLER, A.; KALINOWSKI, J.; TORRES TEJERIZO, G. A. y PISTORIO, M. (2020) Global transcriptome analysis of *Rhizobium favelukesii* LPU83 in response to acid stress. FEMS Microbiology Ecology, 97, 1–16.

NILSSON, J. F.; CASTELLANI, L. G.; DRAGHI, W. O.; PÉREZ-GIMÉNEZ, J.; TORRES TEJERIZO, G. A. y PISTORIO, M. (2019) Proteomic analysis of *Rhizobium favelukesii* LPU83 in response to acid stress. Journal of Proteome Research, 18(10), 3615–3629.

HELLWEG, C.; PÜHLER, A. y WEIDNER, S. (2009) The time course of the transcriptomic response of *Sinorhizobium meliloti* 1021 following a shift to acidic pH. BMC Microbiology, 9(1), 37.

Híbridos de tomate con introgresiones de *Solanum pimpinellifolium* L. revelan variabilidad y efectos génicos promisorios para la mejora de la calidad de fruto

Limas, Ma. Cecilia¹; Freggiaro, Celeste^{1,2}; Pereira da Costa, Javier H.^{1,2}; Rodríguez, Gustavo R.^{1,2}

¹Cátedra de Genética. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario (UNR), Santa Fe, Argentina.

²Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario (IICAR-CONICET-UNR), Campo Experimental Villarino, S2125ZAA Zavalla, Santa Fe, Argentina.

grodrig@unr.edu.ar

La calidad del fruto en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) constituye un carácter complejo y de gran relevancia, tanto por la demanda de los consumidores como por su valor como objetivo en los programas de mejoramiento genético. La incorporación de variabilidad genética proveniente de especies silvestres, como *S. pimpinellifolium*, representa una estrategia clave para optimizar atributos asociados a la calidad. En este trabajo se evaluaron progenitores comerciales y dos líneas experimentales, con el propósito de analizar su variabilidad en caracteres de calidad de fruto y su desempeño en combinación híbrida, considerando el tipo de acción génica involucrada. Se utilizaron dos cultivares comerciales, Ailsa Craig (CDG96) y Rosa Maglia (CDG98), junto con dos líneas recombinantes endocriadas (RIL14 y RIL16), desarrolladas por nuestro grupo a partir de un cruzamiento interespecífico entre el cultivar Caimanta y la accesión LA0722 de *S. pimpinellifolium* [1,2]. A partir de estos materiales se obtuvieron tres híbridos: CDG96 × RIL14 (25P16), CDG98 × RIL16 (25P18) y CDG96 × RIL16 (25P20). El ensayo se llevó a cabo bajo un diseño completamente aleatorizado, con cuatro plantas por genotipo. Se evaluaron caracteres asociados a calidad en un total de 194 frutos: tamaño (peso, altura [Al] y diámetro [Di]), forma (cociente Al/Di), dureza (medida con un durómetro Shore A), vida poscosecha, color (medido con un colorímetro manual CR400 de Minolta) y contenido de sólidos solubles (medido con un refractómetro manual). La normalidad de los datos se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Posteriormente, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y las comparaciones de medias se realizaron con la prueba DGC^[3], implementada en el software InfoStat. Asimismo, se estimó el grado de determinación genética (GDG), como indicador de la heredabilidad en sentido amplio, y se analizaron las acciones génicas en los híbridos de acuerdo con los enfoques clásicos de análisis de caracteres cuantitativos^[4]. En la **Tabla 1** se presentan los valores medios y los errores estándar correspondientes para cada línea parental.

Tabla 1. Valores medios ± error estándar de los genotipos parentales, y grado de determinación genética (GDG) estimado para todos los caracteres.

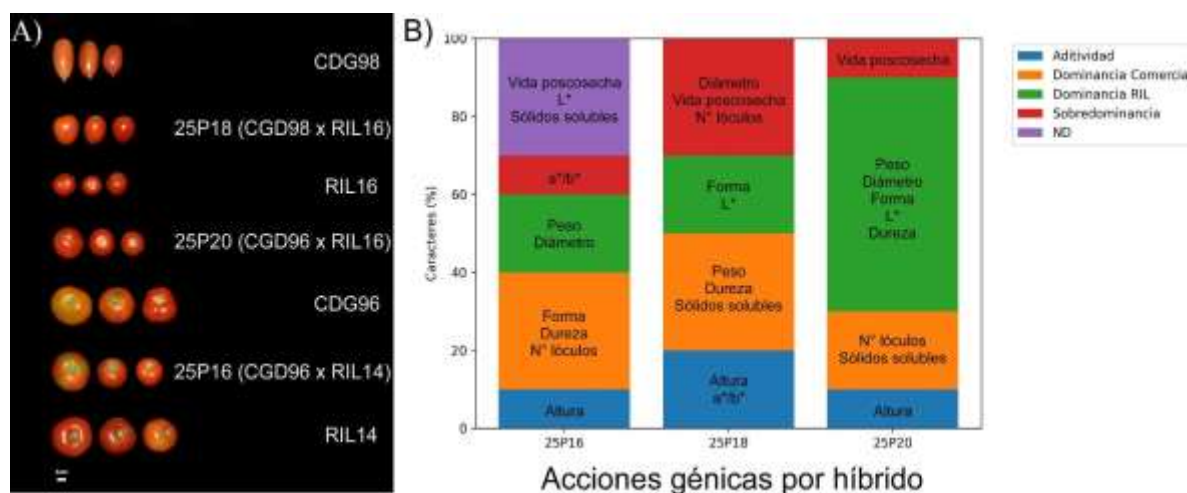
	Genotipos Parentales				GDG
	CDG96	CDG98	RIL14	RIL16	
Peso (g)	39,07 ± 2,56 a	10,74 ± 1,27 c	29,14 ± 5,26 b	4,83 ± 0,40 d	0,83 ± 0,09
Diámetro (Di, cm)	4,30 ± 0,11 a	2,03 ± 0,09 e	3,94 ± 0,27 b	1,92 ± 0,06 e	0,91 ± 0,08
Altura (Al, cm)	3,47 ± 0,08 b	3,96 ± 0,21 a	2,75 ± 0,18 d	1,87 ± 0,05 e	0,83 ± 0,09
Índice de Forma (Al/Di)	0,81 ± 0,01 d	1,94 ± 0,04 a	0,70 ± 0,02 e	0,98 ± 0,02 c	0,96 ± 0,05
Vida poscosecha (días)	8,50 ± 0,83 b	14,83 ± 3,31 b	12,43 ± 1,04 b	16,26 ± 1,38 b	0,18 ± 0,05
L* de color	44,54 ± 0,79 b	47,27 ± 0,85 a	45,04 ± 0,83 b	42,32 ± 0,27 c	0,46 ± 0,09
a*/b* de color	0,77 ± 0,05 c	0,64 ± 0,04 c	1,01 ± 0,08 b	1,15 ± 0,03 a	0,65 ± 0,11
Dureza (Shore A)	17,23 ± 2,15 d	20,75 ± 2,52 c	40,08 ± 4,40 a	29,78 ± 2,77 b	0,48 ± 0,10
Lóculos (N°)	3,50 ± 0,23 b	2,00 ± 0,00 c	4,67 ± 0,67 a	2,18 ± 0,13 c	0,62 ± 0,11
Sólidos Solubles (°Brix)	4,89 ± 0,21 c	6,53 ± 0,34 b	5,67 ± 0,33 c	9,05 ± 0,25 a	0,83 ± 0,10

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre genotipos.

Los valores de grado de determinación genética (GDG) fueron elevados para la mayoría de los caracteres evaluados, destacándose índice de forma, diámetro, peso, altura y sólidos solubles, lo que

indica una fuerte contribución genética en su determinación, mientras que la vida poscosecha presentó valores bajos, evidenciando una mayor influencia de factores ambientales. La **Figura 1** muestra frutos representativos de los genotipos evaluados y la proporción de acción genética correspondiente en cada híbrido.

Figura 1. A) Frutos representativos de los genotipos de tomate evaluado. B) Distribución (en %) del tipo de acciones genéticas en híbridos de tomate según el origen de la dominancia



Los híbridos mostraron desempeños intermedios o superiores a los progenitores según el carácter, destacándose 25P18 y 25P20 por mayores valores de vida poscosecha, y 25P20 además por su elevada dureza. Para el peso de los frutos, los híbridos se comportaron como alguno de los padres mientras que para el índice de forma tuvieron un comportamiento intermedio. El análisis de las acciones genéticas evidenció la presencia de efectos aditivos, de dominancia y de sobredominancia, con patrones dependientes del carácter y del híbrido. Al discriminar la dominancia según su origen, se observó una mayor predominancia de la RIL con introgresiones de la especie silvestre en 25P20, mientras que en 25P16 y 25P18 se repartió la dominancia entre genotipos comerciales y RIL. En conjunto, estos resultados ponen de manifiesto el valor de las introgresiones silvestres como fuente de variabilidad genética. Dichas introgresiones aportaron alelos asociados al peso, la forma, la firmeza y el color de los frutos en los híbridos, así como otros que, en combinación con los alelos provenientes de las líneas comerciales, prolongan la vida poscosecha. De este modo, las líneas RIL se posicionan como materiales genéticos promisorios para el mejoramiento de la calidad del fruto en tomate.

Bibliografía

- RODRÍGUEZ, G. R.; PRATTA, G. R.; ZORZOLI, R. y PICARDI, L. A. (2006) Recombinant lines obtained from an interspecific cross between *Lycopersicon* species selected by fruit weight and fruit shelf life. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 131 (5):651–656.
- CAMBIASO, V.; GIMÉNEZ, M. D.; PEREIRA DA COSTA, J. H.; VÁZQUEZ, D. V.; PICARDI, L. A.; PRATTA, G. R. y RODRÍGUEZ, G. R. (2019) Selected genome regions for fruit weight and shelf life in tomato RILs discernible by markers based on genomic sequence information. *Breeding Science*, 69:447–454.
- DI RIENZO, J. A.; GUZMÁN, A. W. y CASANOVES, F. (2002) A multiple-comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 7:129–142.
- MARIOTTI, J. A. y COLLAVINO, N. G. (2014) Los caracteres cuantitativos en la mejora genética de los cultivos. Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora.

Calidad fisiológica de semillas de maíz para fechas anticipadas de cosecha

^{1,2} Montanos María Inés, ^{1,3} Gosparini Carlos, ¹ Cañón Liliana y ^{1,3} Montechiarini Nidia

⁽¹⁾ Especialización en Producción de Semillas de Cereales, Oleaginosas y Forrajeras, Fac. de Cs. Agrarias, Universidad Nacional de Rosario; ⁽²⁾ Limagrain, Ruta 32 km 2, Pergamino, Bs. As; ⁽³⁾ Instituto de Investigaciones en Cs. Agrarias de Rosario (IICAR-UNR/CONICET).

nidia.montechiarini@unr.edu.ar

La producción de semillas de maíz (*Zea mays* L.) híbrida es una actividad altamente calificada, requiere elevados costos en investigación, tecnología y desarrollo. Impone a su vez la demanda continua de mejoras y profesionalización en la actividad, con foco principal en la excelencia de calidad del producto final. El ambiente de producción, así como la duración del período de exposición del cultivo al mismo, constituyen factores clave en la obtención de semillas con los estándares de calidad exigidos (Popinigis, 1985). Se acepta casi de manera generalizada que, parámetros tales como el poder germinativo (PG) y el vigor (Vg) resultan máximos a la madurez fisiológica (LI et al., 2021), momento en el cual las semillas interrumpen las conexiones vasculares con la planta madre e inician su desecación hasta la madurez comercial. La producción de semillas de maíz se vale de este principio, realizando la cosecha en espigas con un tenor de humedad de semilla de ~35 %, establecido como valor de referencia correspondiente a la madurez fisiológica en la especie (Gu et al., 2017). Esto permite reducir el tiempo de permanencia del cultivo en el campo, minimizando la exposición a factores adversos en favor de la producción de semillas de alta calidad. Normalmente, este esquema productivo se ubica dentro de una ventana climática favorable para el desarrollo apropiado del cultivo, desplazada hacia condiciones sub-óptimas para fechas de siembra tardías. Sin embargo, existen situaciones extremas que obligan a retrasar aún más el escenario, aumentando progresivamente las posibilidades de riesgo de pérdidas de rendimiento y calidad de semillas. En la empresa Limagrain, esto ocurre con las líneas parentales originales que ingresan anualmente al programa de cría siguiendo una ruta de producción, traslado y logística que obliga a una siembra retrasada aún respecto a lo que corresponde a una fecha de segunda. El presente trabajo propuso evaluar la posibilidad de anticipar la cosecha, garantizando la capacidad germinativa de las semillas y minimizando la exposición a efectos ambientales nocivos. Se evaluaron semillas endocriadas de 10 líneas parentales, una en su rol parental macho (M) y nueve hembras (L3, L4, L6, L7, L8, L9, L10, L13 y L14) y sus correspondientes semillas híbridas (HY3, HY4, HY6, HY7, HY8, HY9, HY10, HY13 y HY14) producidas a campo bajo un esquema de siembra retrasada (17/01) y tres fechas de cosecha arbitrarias anticipadas (FC: 62, 71 y 85 días después de polinización, DDP). Se estimó el estadio de desarrollo alcanzado por las semillas a partir del %H a la cosecha, medido con un higrómetro Dickey-john calibrado para determinaciones de alta humedad. Se evaluó el PG (%) y el Vg (%) por Test de Frío según reglas ISTA (2022), utilizando dos repeticiones de 100 semillas por muestra y FC. Los resultados se analizaron mediante análisis de la varianza (ANOVA) y separación de medias a través del test de Tukey. Tanto para las semillas parentales (Tabla 1) como las híbridas (Tabla 2) los tenores de H fueron mayores al 35 %H en la FC1, acercándose a este valor hacia las FC 2 o FC 3, o aún sin alcanzarla (L8 y HY8, Tablas 1 y 2, respectivamente), indicando un grado de desarrollo que avalaría la permanencia de ambos tipos de cultivos en el campo hasta completar maduración. Por su parte, los valores de PG y Vg mostraron una evolución variable entre FC para los diferentes materiales, resultando mayores en FC1 o FC2, disminuyendo hacia la FC3 (excepto L6 y L13, cuyos valores resultaron máximos en FC3). Adicionalmente, la semilla híbrida mostró una mejor performance general a la respectiva semilla parental, sugiriendo un posible efecto superador sobre la calidad fisiológica asociado al vigor híbrido.

Tabla 1: Valores de humedad (%) Poder Germinativo (%) y Vigor por Test de Frío (%) para semillas de maíz de Líneas endogámicas macho (M) y 9 hembras (L3, L4, L6, L7, L8, L9, L10, L13 y L14) para tres fechas de cosecha (62, 71 y 85 días

después de polinización, DDP). Letras distintas indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre fechas de cosecha ($\alpha = 0,05$)

LÍNEA	Humedad (%)			Poder Germinativo (%)			Test de Frío (%)		
	Fecha de cosecha			Fecha de cosecha			Fecha de cosecha		
	62 DDP	71 DDP	85 DDP	62 DDP	71 DDP	85 DDP	62 DDP	71 DDP	85 DDP
M	39	36	35	93 a	86 b	80 bc	91 a	68 c	81 c
L3	45	38	35	67 ab	73 a	64 bc	50 ab	29 c	57 a
L4	41	36	33	89 a	91 a	79 b	81 ab	88 a	77 c
L6	44	34	33	86 b	76 c	96 a	75 ab	44 c	86 a
L7	43	35	37	93 a	92 a	82 b	86 a	88 a	87 a
L8	47	44	40	95 a	84 b	73 c	79 a	78 a	76 a
L9	48	35	37	85 a	83 a	60 b	60 a	60 a	55 ab
L10	41	39	36	81 a	77 ab	73 bc	77 a	79 a	81 a
L13	51	38	35	41 bc	48 b	62 a	40 b	23 c	81 a
L14	45	35	35	73 b	98 a	55 c	57 b	86 a	83 a

Tabla 2: Valores de humedad (%) Poder Germinativo (%) y Vigor por Test de Frío (%) para semillas híbridas de maíz (HY) derivadas de la línea macho (M) y las respectivas 9 hembras (L3, L4, L6, L7, L8, L9, L10, L13 y L14) para tres fechas de cosecha (62, 71 y 85 días después de polinización, DDP). Letras distintas indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre fechas de cosecha ($\alpha = 0,05$)

HÍBRIDO	Humedad (%)			Poder Germinativo (%)			Test de Frío (%)		
	Fecha de cosecha			Fecha de cosecha			Fecha de cosecha		
	62 DDP	71 DDP	85 DDP	62 DDP	71 DDP	85 DDP	62 DDP	71 DDP	85 DDP
HY3	43	39	34	92 a	91 a	79 b	88 a	81 ab	76 bc
HY4	42	38	35	93 ab	100 a	91 b	92 ab	99 a	86 b
HY6	44	34	31	94 a	95 a	96 a	89 a	91 a	54 b
HY7	43	37	34	96 a	95 a	89 b	94 a	91 a	78 b
HY8	44	40	39	98 a	97 a	81 b	94 a	89 ab	56 c
HY9	47	39	36	89 b	99 a	94 ab	82 a	77 b	51 c
HY10	39	34	31	98 a	100 a	92 a	96 a	93 a	67 b
HY13	46	38	33	87 a	88 a	53 b	84 a	77 ab	68 b
HY14	43	38	34	94 a	93 a	79 b	90 a	91 a	72 b

Se concluye que, en términos generales, anticipar la fecha de cosecha proporcionó materiales con distinto grado de desarrollo y calidad fisiológica, aunque con valores de PG y Vg aceptables previo a alcanzar la madurez fisiológica. Esto permitiría el avance generacional en la campaña actual sin interrupciones en la cadena de producción, con las ventajas de poder incrementar el volumen de semilla parental disponible para el programa de cría y realizar observaciones preliminares sobre el comportamiento de los híbridos a campo, optimizando así los tiempos y recursos en la producción de semilla de maíz híbrida de la empresa.

Bibliografía

GU, R., LI, L., LIANG, X., WANG, Y., FAN, T., WANG, Y., & WANG, J. (2017). The ideal harvest time for seeds of hybrid maize (*Zea mays* L.) XY335 and ZD958 produced in multiple environments. *Sc reports*, 7(1), 1-9.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). (2022). *International Rules for Seed Testing*. Full Issue. Bassersdorf, Switzerland.

LI, L. L., Bo, M. I. N. G., Jun, X. U. E., Shang, G. A. O., WANG, K. R., XIE, R. Z., & LI, S. K. (2021). Difference in corn kernel moisture content between pre-and post-harvest. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(7), 1775-1782.

POPINIGIS, F. Fisiología da semente. 1985. 2ª ed. Brasília. 289 p.

Afinidad de variedades mejoradas de lenteja a diferentes bioestimulantes nativos del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias

Nuñez, M. S¹; Guindón, M. F.¹; Carlier, J.²; Colombo, M.²; Palacios Martínez, L. T.¹; Bermejo, C.^{1,2}

¹IICAR (CONICET-UNR). ²Cátedra de Mejoramiento y Producción de Semillas. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Rosario.

nunez@iicar-conicet.gob.ar

La inoculación con microorganismos benéficos en leguminosas es una estrategia de nutrición central dentro del paradigma de la agricultura sustentable. Dentro de este grupo de bioinsumos, además de la simbiosis tradicional con *Rhizobium*, cobran relevancia las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV) y las micorrizas arbusculares. Estos microorganismos actúan como bioestimulantes que potencian la exploración radicular, mejoran la solubilización de nutrientes y mitigan el estrés abiótico a través de mecanismos específicos como, por ejemplo, la actividad ACC desaminasa (Xavier et al., 2023). No obstante, la eficacia de estas interacciones en el cultivo de lenteja no es uniforme, sino que presenta una marcada especificidad según la variedad utilizada.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el desempeño agronómico de 10 variedades de lenteja (*Lens culinaris* Med.) obtenidas del programa de mejoramiento, bajo diferentes esquemas de fertilización biológica.

Las semillas de las distintas variedades se sembraron a campo en junio de 2025 en parcelas de 1m de longitud en el módulo de Horticultura de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (FCA-UNR) siguiendo un diseño de parcelas divididas completamente aleatorizado con tres repeticiones, asignándose a la parcela principal el Tratamiento de fertilización y a la subparcela el efecto de la Variedad (10 niveles). Los tratamientos evaluados fueron:

- **Micorrizas (Mic):** Semillas inoculadas con suelo de cultivo trampa (200 g/subparcela).
- **Bacteria promotora del crecimiento (Bac):** Semillas inoculadas con cepa nativa del campo Experimental Villarino de la FCA-UNR con actividad ACC desaminasa, solubilizadora de fósforo y formadora de sideróforos.
- **Testigo Absoluto (Tes):** semillas sembradas sin bioinsumos adicionales.

Previo a la siembra todas las semillas recibieron una inoculación basal con *Rhizobium leguminosarum*. Las variables que se midieron fueron: rendimiento por planta (g), peso de 100 semillas (g), calibre de la semilla (mm), altura de planta (cm) y días a floración. Los resultados fueron procesados mediante Modelos Mixtos Lineales (LMM) en R. Se verificaron los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk) y homocedasticidad (Levene) en todos los modelos ajustados, se realizaron análisis de varianza y las comparaciones de medias se realizaron mediante el test LSD ($\alpha = 0,05$).

El análisis de varianza reveló una **interacción significativa Variedad × Tratamiento** para el rendimiento por planta ($p = 0,02248$), días a floración ($p = 0,02731$) y peso de 100 semillas ($p = 0,01409$). Por lo tanto, es necesario estudiar en detalle el comportamiento de cada combinación de variedad y tratamiento para comprender adecuadamente las respuestas observadas.

Para rendimiento por planta (Figura 1) se destacó la variedad **32A** con el tratamiento **Bac** alcanzando el máximo valor del ensayo (15.43 g/planta). La variedad **42A** respondió mejor al tratamiento **Mic** (15.00 g/planta). Se destaca el caso de la variedad **53A**, que mostró alta afinidad por **Bac** (13.28 g/planta) pero un rendimiento mínimo con **Mic** (0.85 g/planta). Además, la variedad 32A mostró el mayor peso de 100 semillas bajo el tratamiento Bac (7,21 g), y el menor valor correspondió a la combinación Mic×53A (3,05 g). Se observó también que los tratamientos con bacterias (**Bac**) adelantaron consistentemente la floración (43.67 a 46.33 días) en comparación con el resto.

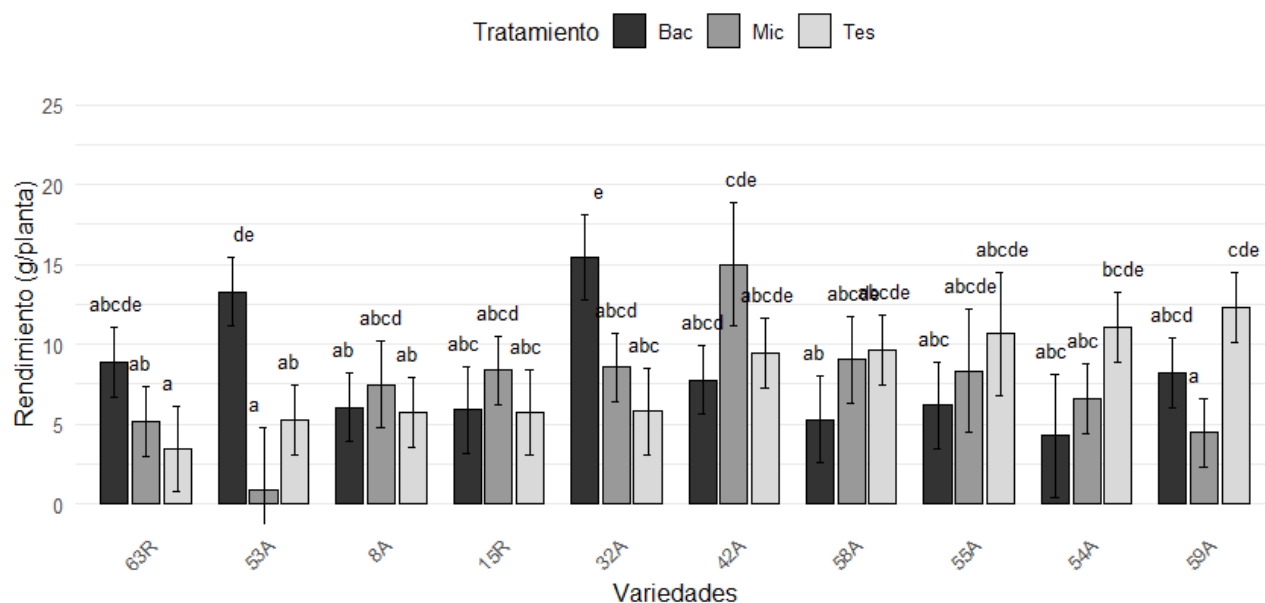


Figura 1. Interacción genotipo x tratamiento en el rendimiento de grano. Se comparan tratamientos con bacterias promotoras del crecimiento vegetal (Bac), micorrizas (Mic) y un control sin inocular (Tes). Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

Las variables **altura de planta** y **calibre de semilla** no presentaron interacción significativa, dependiendo principalmente de la variabilidad genotípica. La variedad **32A** se destacó por poseer el mayor calibre (6.63 mm) y altura (41.8 cm).

Como conclusión, se observó que la eficacia de los bioinsumos en lenteja está intrínsecamente ligada a un componente genético que rige la compatibilidad entre la variedad y el microorganismo. Si bien las respuestas son variables, el potencial observado confirma que estas tecnologías constituyen una alternativa prometedora para la intensificación sustentable del cultivo. Resulta fundamental profundizar en el estudio de estas interacciones específicas para desarrollar recomendaciones de elección de genotipo y manejo que maximicen el rendimiento.

Bibliografía

XAVIER, G., JESUS, E., DIAS, A., COELHO, M., MOLINA, Y., & RUMJANEK, N. (2023). Contribution of Biofertilizers to Pulse Crops: From Single-Strain Inoculants to New Technologies Based on Microbiomes Strategies. *Plants*, 12(4), 954. <https://doi.org/10.3390/plants12040954>

Determinación del contenido de aceite en semillas de girasol (*Helianthus annuus* L.) de plantas diploides y tetraploides mediante extracción Soxhlet

Romero, Gloria¹; Amato, Lucía^{2,3}; Giménez, Magalí³; Rúa, Federico^{2,3}; Ochogavía, Ana C.^{1,3}

¹Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR). ²Cátedra de Química General e Inorgánica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR). ³Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario, IICAR-CONICET-UNR.

anaochogavia@conicet.gov.ar

El girasol es uno de los cultivos oleaginosos más importantes a nivel mundial, siendo su aceite una fuente crítica de ácidos grasos insaturados esenciales para el metabolismo humano. En los programas de fitomejoramiento avanzado, la inducción de la poliploidía mediante el uso de agentes antimitóticos como la colchicina se ha consolidado como una estrategia para aumentar la plasticidad fenotípica y la de los cultivos. Asimismo, la tetraploidía constituye un requisito biológico fundamental para la transferencia y expresión de rasgos complejos, como la apomixis (Savidan, 2000). Debido a que diversos caracteres fenotípicos de interés agronómico se encuentran asociados al incremento del número de juegos cromosómicos en girasol (Amato et al., 2025), el objetivo de este estudio fue evaluar y comparar el contenido lipídico en semillas con distintos niveles de ploidía (diploides 2x y tetraploides 4x).

Se analizaron dos líneas diploides (Rf975 y Rf974) junto a sus versiones tetraploides homólogas, generadas mediante la aplicación de colchicina al 0,4% en estadio cotiledonar para duplicar el complemento cromosómico de $2n=2x=34$ a $2n=4x=68$ (Basteri et al., 2024). Se procedió a quitar la cáscara de las semillas en forma manual. Las pepitas (10 g) fueron trituradas en un molino de 450 Watts de potencia, colocando 5 g y moliendo durante 15 s. La determinación del contenido de aceite se realizó mediante el método de extracción continua en sistema Soxhlet, utilizando un balón de 250 ml con 180 ml de n-hexano como solvente, siguiendo el protocolo descrito por Gallegos-Infante et al. (2003). Tres gramos de harina fueron dispuestos en un cartucho de papel de filtro y situados en la cavidad del extractor. El proceso consistió en 6 ciclos de extracción; luego del último ciclo, se recuperó el solvente y se evaporó el excedente residual, primero en el balón, y luego en placa de Petri a 40°C, durante 20 minutos. El cálculo del porcentaje de aceite se validó mediante dos métodos: 1) estimación por volumen y densidad del aceite (0,923 g/ml a 25 °C), y 2) pesaje directo del extracto recolectado en tubos Eppendorf.

La metodología implementada permitió aislar el total de aceite contenido en la harina de semillas de girasol. En la Tabla 1 se presenta el porcentaje de aceite aislado, utilizando las dos metodologías para el cálculo. En todos los casos, ambas estimaciones mostraron una tendencia consistente, variando en el mismo sentido entre genotipos y ploidías.

Tabla 1. Porcentaje (p/p) de aceite en semillas de girasol de plantas diploides y tetraploides

Genotipo	% de aceite (Volumen *Densidad)	% de aceite (Peso directo)	Diferencia
975(4x)	47,13%	47,21%	+0,08%
974(4x)	46,08%	42,14%	-3,94%
975(2x)	38,55%	36,14%	-2,41%
974(2x)	33,64%	31,13%	-2,51%

Los análisis revelaron diferencias sustanciales en el rendimiento lipídico asociadas al nivel de ploidía de los materiales. Considerando el pesaje directo del aceite para el cálculo del porcentaje, los genotipos tetraploides presentaron los valores más elevados: la línea 975 (4x) alcanzó un máximo de 47,21%, superando notablemente a su contraparte diploide 975(2x), que registró un 36,14%. Por su parte, la línea 974 (4x) tuvo un rendimiento de 42,14%, a diferencia de la línea 974 (2x) que presentó

un 31,13%. Se detectaron tendencias similares mediante las estimaciones del porcentaje de aceite por volumen y densidad, con valores de 47,13 y 46,08% para los genotipos 975 y 974 tetraploides; y 38,55 y 33,64% para sus respectivos diploides. Si bien, para arribar a conclusiones definitivas será necesario incrementar el número de repeticiones experimentales, estos datos preliminares marcan una tendencia respecto al incremento, de más de 10 puntos porcentuales, en la capacidad de acumulación de aceite en los materiales poliploides.

La duplicación cromosómica en girasol no solo constituye una herramienta estratégica para la inducción de la apomixis y la mejora de la adaptabilidad del cultivo, sino que también podría poseer el potencial de ser implementada para optimizar el rendimiento industrial de la semilla, particularmente en términos de contenido graso.

Bibliografía

AMATO, L., ROMERO, G., KAZAROFF, I., SANCHEZ, D., BALABAN, D., NESTARES, G., PESSINO, S. y OCHOGAVÍA, A. C. (Septiembre de 2025) Ploidy-specific phenotypic traits in diploid and tetraploid aposporous sunflower. V International Conference on Apomixis, Montpellier, Francia.

BASTERI, C., AMATO, L., DI TOMASSO, J., ARIAS, E., KATZAROFF, I., NESTARES, G., PESSINO, S. C. y OCHOGAVÍA, A. (Septiembre de 2024) Evaluación de tratamientos de colchicina para la inducción de autopoliploides en líneas de girasol (*Helianthus annuus* L.). IV Jornadas Regionales de Genética, Rosario, Argentina.

GALLEGOS-INFANTE, J. A., ROCHA-GUZMÁN, N., GONZÁLEZ-LAREDO, R., ZUNO-FLORIANO, F. y VIDAÑA-MARTÍNEZ, S. A. (2003) Caracterización de dos variedades de girasol con potencial para la producción de aceite extraídos con hexano e isopropanol. Grasas y Aceites, 54 (3), 245-252.

SAVIDAN, Y. (2000) Apomixis: Genetics and breeding. Plant Breeding Reviews, 18, 13–86

Dinámica de acumulación de biomasa en meristemas apicales de *Eragrostis curvula*: influencia del medio de cultivo y el fotoperiodo en el crecimiento *in vitro*

Di Tomaso, Jorge¹; Permingeat, Hugo¹; Souza Canada, Eduardo D.¹

¹Plataforma Agrotecnológica Biomolecular, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).
souzadaniel8@hotmail.com

La biotecnología vegetal requiere sistemas de regeneración eficientes que no solo induzcan organogénesis, sino que sostengan un crecimiento vigoroso de los explantos, factor determinante para el éxito de la transformación y edición génica. En *Eragrostis curvula* (Schrader) Nees, especie forrajera C4 de interés agronómico y modelo para estudios de apomixis, la tasa de expansión del meristema apical del eje embrionario (SAM) constituye un indicador clave del desempeño fisiológico y la actividad proliferativa de los tejidos. No obstante, los requerimientos para maximizar la biomasa pueden diferir de aquellos necesarios para la inducción inicial. El objetivo de este trabajo fue modelar la cinética de acumulación de peso fresco resultante del desarrollo de brotes múltiples a partir del SAM de *E. curvula* cv. Tanganyika INTA, evaluando la interacción de factores exógenos bajo un enfoque de medidas repetidas en el tiempo. Se cuantificó el crecimiento de 1247 explantos mediante un diseño factorial (4×2×2) para evaluar la respuesta en cuatro medios basados en sales Murashige y Skoog (MS) con modificaciones en macronutrientes, vitaminas, aminoácidos, caseína hidrolizada y agentes gelificantes (Phytigel™ al 0,3% o 0,5%). Los Medios 1, 3 y 4 presentaron una relación citocinina/auxina favorable (BAP 8,9 µM y 2,4-D 2,2 µM), mientras que el Medio 2 presentó la relación invertida. Se compararon dos entornos lumínicos (fotoperiodo de 16/8 h (55,2 µmol m⁻² s⁻¹) frente a oscuridad) y dos estrategias de manejo (con y sin repique a las 3 semanas), registrando el peso fresco de forma seriada a las 2, 4 y 6 semanas de cultivo. Para el análisis estadístico se utilizaron Modelos Lineales Mixtos (LMM) mediante el software R (R Core Team, 2024) y la librería nlme (Pinheiro and Bates, 2023), declarando la unidad experimental como factor aleatorio. Las comparaciones post-hoc se ajustaron mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$) con el paquete emmeans (Lenth, 2024). Los resultados evidenciaron una interacción triple altamente significativa entre el medio de cultivo, la condición lumínica y el tiempo sobre la acumulación de biomasa ($p < 0,0001$). El Medio 4 bajo luz superó significativamente al resto en la semana 6, alcanzando 3,6 g de peso fresco, frente a valores entre 1,07 y 1,53 g en los demás medios (Fig. 1), consolidándose como la condición óptima para maximizar la biomasa. Al contrastar estos resultados con un estudio complementario de igual diseño experimental, la máxima inducción de brotes múltiples se registró en el Medio 3 bajo fotoperiodo con repique (93,3%), sin coincidir con la condición de mayor biomasa. Esto evidencia una disociación entre la capacidad inductiva y la acumulación de biomasa, donde la primera responde principalmente al balance hormonal, mientras que la segunda depende críticamente de la interacción entre factores nutricionales y lumínicos. Por el contrario, el repique no mostró efectos significativos sobre el peso fresco final ($p = 0,2785$). En conjunto, estos resultados indican que la biomasa en *Eragrostis curvula* depende de una regulación multifactorial compleja y no exclusivamente de la capacidad inductiva inicial. La identificación de combinaciones que maximizan este crecimiento permite optimizar protocolos fundamentales para el éxito de aplicaciones biotecnológicas avanzadas como la edición génica en gramíneas forrajeras (Muguerza *et al.*, 2022) o la transformación genética.

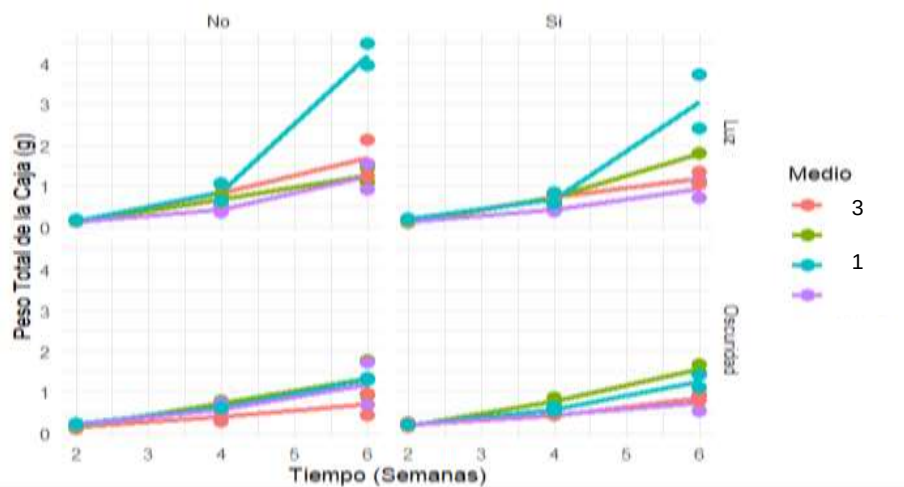


Figura 1. Cinética de crecimiento (peso fresco en g) de explantos de *E. curvula* durante 6 semanas de cultivo en cuatro medios de cultivo. Evaluados bajo condiciones de luz y oscuridad y con o sin repique (Si/No). Las líneas representan la tendencia de las medias por tratamiento. Las diferencias estadísticas significativas se detallan en el texto según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Bibliografía

LENTH, R. V. (2024) emmeans: Estimated Marginal Means. R package version 1.10.3.

MUGUERZA, M. B., et al. (2022). Tissue Culture and Somatic Embryogenesis in Warm-Season Grasses—Current Status and Its Applications: A Review. *Plants*, 11(9), 1263

PINHEIRO, J., and BATES, D. (2023). nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-163.

R CORE TEAM (2024) R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.

Capacidad germinativa de semillas de lenteja en desarrollo para optimizar un sistema de Speed Breeding.

Palacios Laura Tatiana, Guindón María Fernanda, Balaban David, Montechiarini Nidia, Gosparini Carlos, Nuñez Marcela, Bermejo Carolina.

Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IICAR-CONICET), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

palaciosmartinez@iicar-conicet.gob.ar

La lenteja (*Lens culinaris* Medik.) es un cultivo de importancia agronómica cuyo mejoramiento puede acelerarse mediante estrategias como el *Speed Breeding*, que combina fotoperíodos extendidos, alta intensidad lumínica y temperaturas óptimas para reducir el tiempo entre generaciones. Adicionalmente, la cosecha de semillas inmaduras (23-25 días después de anthesis, DDA) permite acortar la duración de cada ciclo de cultivo (Idrissi 2020). Sin embargo, en estudios anteriores realizados por nuestro grupo de trabajo se observaron bajos o nulos porcentajes de germinación para algunas variedades en este estadio (Palacios et al. 2023). Para determinar las posibles causas involucradas, se propuso evaluar la capacidad germinativa de semillas en seis genotipos de lenteja (8R, 16A, 30R, 42A, 42R y 57A) en distintas edades de desarrollo hasta la madurez comercial (MC), a fin de optimizar el protocolo de *Speed Breeding*.

Los seis genotipos fueron cultivados en macetas bajo condiciones ambientales naturales para la latitud y fecha de cultivo óptima para la especie (Junio 2025). Se realizaron ensayos de germinación con semillas cosechadas a los 25, 30, 35 y 40 DDA, y en MC (≥ 45 DDA). Para cada tratamiento se realizaron tres repeticiones de diez semillas cada una, incubadas en placas de Petri con tres papeles de filtro humedecidos con agua a 22 ± 1 °C en oscuridad durante 7 días. El porcentaje de germinación (PG) se calculó como: n° acumulado de semillas germinadas $\times 100 / n^\circ$ semillas totales incubadas. Además, se evaluó la capacidad de absorción de agua en semillas en MC midiendo el aumento de peso de las mismas luego de una hidratación por 12 horas y se utilizó el método de tinción en solución 0,1% (p/v) de cloruro de 2,3,5-trifenil-tetrazolio para evaluar la viabilidad de las semillas no germinadas (ISTA, 2016). Los datos no mostraron una distribución normal por lo que se realizó un test no paramétrico de Kruskal-Wallis (KW). El análisis de KW mostró diferencias significativas entre los genotipos evaluados ($p=0.001$). Posteriormente, las medias fueron comparadas mediante la prueba de Wilcoxon.

La Fig. 1 muestra que todos los genotipos fueron capaces de germinar a los 25 DDA, aunque con valores de PG superiores al 70 % sólo para 8R y 42A y $PG \leq 10$ % para los restantes cultivares. Los genotipos 8R y 42A, presentaron además los valores de PG más altos a lo largo del desarrollo, alcanzando sólo el segundo el 100 % PG a MC. Por su parte, el cultivar 30R presentó valores crecientes de PG, alcanzando un máximo de 30 % a los 35 DDA y disminuyendo posteriormente a 3% y 0% a los 40 DDA y en MC, respectivamente. Por último, los genotipos 16A, 42R y 57A presentaron performances variables de germinación a las distintas edades, con valores de PG muy bajos e incluso nulos en algunas edades. Por su parte, el test de tetrazolio confirmó que las semillas no germinadas eran viables.

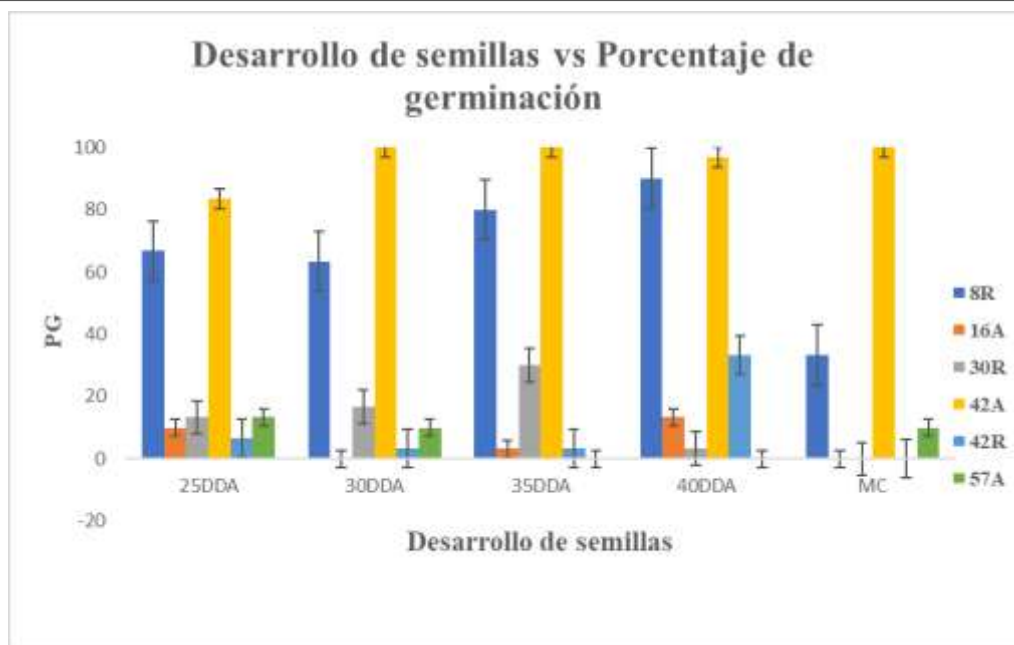


Figura 1. Porcentaje de germinación en función de los días después de anthesis (DDA) en distintos genotipos de lenteja. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) de acuerdo al Test de Wilcoxon.

En conjunto, estos resultados sugieren que los genotipos evaluados presentan restricciones a la germinación, las cuales serían rápidamente superadas hasta alcanzar valores de PG máximos en 16A, en tanto permanecen en diferente grado en los demás genotipos, postulando la existencia de algún mecanismo de dormición a lo largo del desarrollo. Por su parte, los datos de imbibición mostraron que todos los genotipos duplicaron su peso luego de 12 h de imbibición, indicando una elevada capacidad de absorción de agua, lo que contribuiría a descartar una dormición física asociada al tegumento. Estudios posteriores son necesarios para confirmar otro/s tipo/s de mecanismo/s de dormición en estas variedades.

Estos resultados evidencian diferencias genotípicas en la capacidad germinativa de semillas inmaduras de lenteja, lo que pone de manifiesto la importancia de ajustar el momento de cosecha según el genotipo para optimizar los protocolos de Speed Breeding. 42A y 8R mostraron PG altos en estadios tempranos de desarrollo, por lo que permitirían reducir la duración de cada ciclo y acelerar aún más el avance generacional. Estos resultados aportan información relevante para el desarrollo de estrategias de Speed Breeding más eficientes en programas de mejoramiento genético de lenteja.

Bibliografía

IDRISSI, O (2020) Application of extended photoperiod in lentil: Towards accelerated genetic gain in breeding for rapid improved variety development. *Moroccan Journal of Agricultural Sciences*, 1(1).

PALACIOS, L.; GUINDÓN, F; ESPOSITO, A.; GATTI, I.; CAROLINA BERMEJO. "Evaluación de la dormancia en semillas inmaduras de lenteja (*Lens culinaris* Medik)". 3ra Reunión Argentina de Biología de Semillas 2023. Universidad Nacional del Sur en la ciudad de Bahía Blanca. 71 p.

Evidencia de interacción genotipo x ambiente para caracteres de interés productivo en las primeras variedades argentinas de banana (*Musa acuminata*) en condiciones subóptimas y variables

Gerardo Carlos Tenaglia¹, Pablo Germán Caballero¹, Guillermo Raúl Pratta^{2*}

¹ INTA Naick-Neck, Formosa. ² Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario/Facultad de Ciencias Agrarias, CONICET/UNR.

gpratta@unr.edu.ar

En la provincia de Formosa, el cultivo de banana se ha convertido en una alternativa sustentable para los pequeños y medianos productores. Si bien las condiciones agroecológicas son subóptimas y muy variables entre localidades y años, aún en esta pequeña región debido a la gran heterogeneidad ambiental, los potenciales de producción evaluados con cultivares de uso internacional (testigos) han resultado rentables (Del Medico *et al.*, 2024). Sin embargo, para caracteres de interés como altura de planta (AP), circunferencia del pseudotallo (CP) y grosor de cáscara (GC), estos autores informaron un efecto significativo de la campaña agrícola e incluso de la interacción genotipo x ambiente (IGA) para CP y GC, que afectan a la estabilidad de los rendimientos. Tenaglia (2024) informó el desarrollo de las tres primeras variedades argentinas de banana, seleccionando entre clones recolectados en campos de productores y evaluados, dada la reproducción asexual estricta de la especie, en un diseño aumentado (es decir, solo con repeticiones para los testigos y con mediciones únicas para los clones) durante 4 campañas agrícola (C1: 2016/17, C2: 2017/18, C3: 2018/19, C4: 2019/20). Cada variedad está formada por 4 clones, pues dada la heterogeneidad ambiental y la perennidad del cultivo, debe existir variabilidad genética dentro de los lotes de cultivo para conferir adaptabilidad, relacionada con la estabilidad productiva. La Variedad 1 (V1) fue caracterizada como de mayores AP (asociada positivamente a mayor contenido de reservas en el pseudotallo, mejorando el rendimiento y la calidad comercial, pero también a requerir un manejo más complejo de los racimos). CP (relacionada a la acumulación y removilización de fotosintatos, permitiendo un mayor llenado de frutos cuando las temperaturas bajan hacia el fin del ciclo) y GC (que les confiere resistencia a daños durante el transporte). En consecuencia, es una variedad con mayores requerimientos de producción, pero puede destinarse a las grandes aglomeraciones urbanas del país como Buenos Aires, Rosario y Córdoba, por lo que su rentabilidad es elevada. Las Variedades 2 y 3 (V2 y V3), en tanto son de menor AP y CP, y de GC intermedio y bajo, respectivamente, por lo que se destinan a mercados regionales y locales. Si bien el retorno bruto es menor, la rentabilidad se mantiene debido a los menores costos de producción. Sin embargo, la variación entre ambientes y la calidad agroecológica subóptima de la región hacen necesaria la evaluación de los efectos ambientales y de IGA (Kearsey y Pooni, 1996). Como se mencionó previamente, los métodos clásicos de inferencia estadística para su evaluación, como ANOVA factorial y regresión conjunta, no pueden aplicarse por la reducida o nula posibilidad de replicación en estas etapas aún iniciales del proceso de escalado de las variedades. El objetivo de este trabajo es presentar evidencia de los efectos genéticos, ambientales y de IGA mediante una aproximación multivariada, considerando dos ANOVA a un criterio de clasificación como control de la adecuación de las interpretaciones a partir de los métodos descriptivos del Biplot Genotipo, Genotipo x Ambiente (GGE, a dos vías) y el Análisis Procrustes Generalizado (APG, a tres vías).

En primer lugar, y habiendo evaluado mediante la adecuación a la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk (Kearsey y Pooni, 1996), no se detectaron diferencias significativas entre clones mediante los ANOVA, en los que las campañas fueron las repeticiones, para ninguna de los tres caracteres. Sin embargo, para AP los clones que conforman V1 tendieron a presentar los mayores valores (aunque la prueba de Duncan asignó el mismo significado a las tres variedades) y para GC, los clones incluidos en V3 tuvieron los menores valores, con significados diferentes entre variedades según la prueba de Duncan). Para CP no se detectaron patrones claros entre variedades. Luego se hizo

un ANOVA entre campañas con los clones como repeticiones, detectándose diferencias significativas para AP y CP (en ambos, C1 y C4 fueron las campañas con los menores valores y C2 y C3, con los mayores valores según la prueba de Duncan). Para GC, no se encontraron diferencias entre campañas, aunque los valores se ubicaron de igual manera. Respecto a los análisis multivariados a dos vías, para AP las dos primeras dimensiones del GGE explicaron el 85% de la variación observada. C2 y C3 se ubicaron en el primer y cuarto cuadrante, respectivamente, indicando que los valores positivos sobre esta dimensión están asociados a plantas altas, mientras que C1 y C4 se ubicaron en los cuadrantes 2 y 3 respectivamente, lo que evidencia que valores negativos de la primera dimensión indican plantas más bajas. Dos de los clones de V1, de mayor altura, se ubicaron en valores positivos de esta primera dimensión, pero los otros dos, en valores negativos. De los ocho clones totales que componen V2 y V3, descritas como de menor altura, 5 se ubicaron en valores negativos de esta primera dimensión y 3 en valores positivos. De estas ubicaciones de los genotipos, sumadas a la no existencia de diferencias significativas por el ANOVA, se deduce que los efectos ambientales son los más importantes en la determinación de AP, seguido por los de IGA y luego, los genéticos. Para CP, los resultados fueron similares, aunque fue la segunda dimensión del GGE la que separó mejor a los clones de menor CP (ubicados en valores positivos de esta dimensión) de los de mayor CP (ubicado en los valores negativos). Esto indica que en la expresión de CP, los efectos genéticos son aún menos importantes que los ambientales y los de IGA en comparación con AP, aunque los de IGA se equiparan a los ambientales. Finalmente, para GC, si bien el ANOVA no identificó diferencias significativas entre campañas, C1 (con valores intermedios a bajos) se ubicó en el cuadrante 1; C2 (con valores intermedios a altos), en el 2; C3 (con los valores mínimos), en el 3 y C4 (con los valores máximos), en el 4. Sin embargo los clones de distribuyeron sin patrones de acuerdo a los esperado según la variedad a la que conforman, lo que evidencia que IGA causa el efecto más importante en la expresión de GC, seguida de los ambientales y luego los genéticos.

En relación al APG, multivariado a tres vías, las dos primeras dimensiones explicaron un 84% de la variabilidad total, con una proporción de consenso relativamente baja (0,502). Dentro de las tres variedades se encontraron clones con proporción de consensos bajos y altos, lo que evidencia que para en las campañas evaluadas, algunos se comportaron de forma estable para todas las variables y otros, de forma muy inestable. Respecto a las campañas, la más diferente de todas fue C3, aunque en ella los clones se comportaron de forma muy parecida independientemente de que pertenezcan a V1, V2 o V3, pues es la campaña con mayor proporción de consenso.

Concluyendo, existe una alta influencia del ambiente y de IGA en la expresión de caracteres de interés productivo en las primeras variedades argentinas de banana bajo condiciones agroecológicas subóptimas y variables. Parcialmente, estos resultados pueden deberse a que no se contó con repeticiones por clon, por lo que deben hacerse ensayos comparativos de rendimiento tradicionales, basados en pruebas estadísticas inferenciales y con un adecuado número de réplicas a fin de ratificar o rectificar los efectos evidenciados en este análisis preliminar.

Bibliografía

DEL MEDICO, A. P.; VITELLESCHI, M. S.; LAVALLE, A. L.; TENAGLIA, G. C.; PRATTA, G. R. (2024). Agroecological Aptitude of the Northeast of Formosa (Argentinean Subtropical Region) for Banana Production Assessed by Multiple Factor Analysis. *Agriculture* 14(11), 1904.

KEARSEY, M. J.; POONI, H. S. (1996). *The Genetical Analysis of Quantitative Traits*. Chapman and Hall, London, UK.

TENAGLIA, G. C. (2024). Diversidad genética y uso de recursos genéticos de *Musa* (AAA) subgrupo “Cavendish” seleccionados por su comportamiento agronómico en la provincia de Formosa. Tesis para optar al grado académico de Doctor en el Doctorado en Ciencias Agrarias UNR.

Eje 8

Producción Agropecuaria



Ciencia y Tecnología Agraria
XI Jornadas FCA-UNR - V Reunión Argentina-Chile

Distinto ambiente, distinto manejo – Ajustes en la estructura del cultivo para maximizar rendimiento en soja de primera y segunda

Angelozzi, Valentín^{1,2}; Alvarez Prado, Santiago^{2,3}; Gerde, José^{2,3}; Di Mauro, Guido^{2,3}

¹ Cátedra de Administración Rural, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR), Argentina.

² Grupo de Investigación en Manejo y Utilización Cultivos Extensivos (GIMUCE), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR), Argentina. ³ Cátedra de Sistemas de Cultivos Extensivos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR), Argentina.

valentinangelozzi9@gmail.com

En Argentina, la soja (*Glycine max*) es el principal cultivo extensivo y ocupa aproximadamente 18 millones de hectáreas. El cultivo se desarrolla bajo dos sistemas productivos: soja de primera, en el cual la soja se siembra luego de un barbecho químico posterior a un cultivo estival del año previo, y soja de segunda, donde la soja se implanta en el mismo año luego de la cosecha de un cultivo invernal (Andrade y Satorre, 2015). En la actualidad, alrededor del 30% de la superficie de soja se cultiva como cultivo de segunda (Di Mauro et al., 2025). Debido a cambios en antecesores y fechas de siembra, la oferta ambiental a la que se expone el cultivo difiere entre sojas de primera y segunda. En particular, los retrasos en la fecha de siembra desplazan el período crítico hacia condiciones de menor radiación y temperatura, con la consecuente aceleración del desarrollo, reducción de la etapa vegetativa, desarrollo de ramificaciones y menor producción de biomasa, lo que finalmente penaliza el rendimiento potencial (Calviño et al., 2003). Consecuentemente, resulta clave identificar qué prácticas agronómicas deben ajustarse entre sistemas de cultivo. Particularmente cambios en densidad, espaciamiento entre surcos, grupo de madurez y elección de genotipo.

Se realizó un experimento en Zavalla (Santa Fe, Argentina) durante dos campañas. Se evaluaron dos sistemas de cultivo (soja de primera y segunda), combinando densidad (20 y 40 plantas m⁻²), espaciamiento (0,26 y 0,52 m), grupo de madurez (IV y V) y genotipo (ramificador y no ramificador para cada grupo de madurez). El diseño fue en parcelas divididas siendo parcela principal sistema de cultivo, sub parcela densidad de siembra y dentro de ella aleatorizados los tratamientos, con tres repeticiones por cada uno. Se midió rendimiento, sus componentes numéricos (peso y número de granos) y fisiológicos (biomasa e índice de cosecha), calidad de grano (proteína y aceite) y la contribución de ramas y tallo principal al rendimiento final. Los datos se analizaron mediante modelos mixtos, considerando el año como efecto aleatorio y el sistema de cultivo, la densidad de plantas, el espaciamiento entre surcos, el grupo de madurez y el tipo de genotipo y sus interacciones como efectos fijos.

El rendimiento y sus componentes estuvieron determinados por la interacción sistema de cultivo × densidad × espaciamiento × grupo de madurez ($p < 0,001$). En cultivo de primera, el rendimiento varió entre 4.592 y 6.656 kg ha⁻¹, y se maximizó con baja densidad, espaciamiento amplio y grupo de madurez V. En cultivo de segunda, el rendimiento fue menor que en cultivo de primera, con valores entre 3.212 y 5.245 kg ha⁻¹, y se maximizó con alta densidad, espaciamiento estrecho y grupo de madurez V. Las diferencias en rendimiento se asociaron principalmente con el número de granos por unidad de superficie. En cultivo de primera, el tratamiento de mayor rendimiento presentó 3.936 granos m⁻² y un peso individual de 169 mg semilla⁻¹, mientras que en cultivo de segunda el máximo rendimiento se alcanzó con 3.197 granos m⁻² y un peso individual de 164 mg semilla⁻¹. A su vez, las diferencias en rendimiento estuvieron asociadas con distintas contribuciones de ramas y tallo principal. En cultivo de primera, los tratamientos de mayor rendimiento presentaron una elevada contribución de las ramas, alcanzando hasta el 57% del rendimiento, mientras que en cultivo de segunda predominó el aporte del tallo principal, con contribuciones de hasta el 72%. El tipo de genotipo no mostró diferencias estadísticamente significativas para ninguna de las variables analizadas.

La biomasa aérea y el índice de cosecha variaron según tipo de cultivo y grupo de madurez ($P < 0,05$). En cultivo de primera, la biomasa fue mayor en el grupo de madurez V (9.224 kg ha^{-1}) en comparación con el grupo IV (7.783 kg ha^{-1}), mientras que el índice de cosecha fue superior en el grupo IV (0,36) respecto al grupo V (0,34). En cultivo de segunda, la biomasa fue similar entre grupos de madurez, con valores de 6.858 kg ha^{-1} en el grupo IV y 6.901 kg ha^{-1} en el grupo V, mientras que el índice de cosecha alcanzó su valor máximo en el grupo V (0,39), superando al grupo IV (0,34). En cuanto a la calidad de grano, su variación estuvo determinada por la interacción sistema de cultivo $\times$ densidad $\times$ grupo de madurez ($P < 0,001$). En cultivo de primera, la concentración de proteína varió entre 35 y 35,7%, alcanzando su máximo con alta densidad y grupo de madurez IV. En contraste, el contenido de aceite presentó el patrón opuesto, con valores máximos de hasta 20,8% bajo baja densidad y grupo de madurez V. En cultivo de segunda, la concentración de proteína fue superior, con valores entre 35,6 y 37,3%, alcanzando su máximo con alta densidad y grupo de madurez IV. Por el contrario, el contenido de aceite fue menor (18,7–20,2%) en comparación con cultivo de primera, con los mayores valores observados bajo baja densidad y grupo de madurez V. De este trabajo se desprende que la estructura que maximiza el rendimiento es diferente para sojas de primera y segunda. Esto a su vez, trae aparejados cambios en la composición del grano de soja y la contribución de tallos y ramas al rendimiento final. Esto tiene fuertes implicancias prácticas para los productores agropecuarios de la región. Actualmente, existen pocos ajustes en el manejo de soja frente a cambios en la fecha de siembra (Di Mauro et al., 2025). Estos resultados sustentan cambios en la densidad, el espaciamiento entre surcos y el grupo de madurez son claves para mejorar los rendimientos regionales de soja.

Bibliografía

- ANDRADE, J. F. y SATORRE, E. H. (2015) Single and double crop systems in the Argentine Pampas: environmental determinants of annual grain yield. *Field Crops Research*, 177, 137–147.
- CALVIÑO, P. A.; SADRAS, V. O. y ANDRADE, F. H. (2003) Quantification of environmental and management effects on the yield of late-sown soybean. *Field Crops Research*, 83 (1), 67–77.
- DI MAURO, G.; ANDRADE, J. F.; ROTILI, D. H. y PRADO, S. A. (2025) Transformations in Argentinean soybean systems: recent changes, challenges, and opportunities. *Crop and Environment*, 4 (2), 130–141.

Inhibición *in vitro* de serovares de *Salmonella enteritidis* con probióticos de gallinas orgánicas

Cardaci, Paola¹; Altamirano, Rodrigo²; Sosa, Nélide³; Vignoni, Ernesto³; Batallé, Mariano³; Barrios, Hebe³; Prosdócimo, Florencia³; Albo, Graciela⁴

¹Producción de Aves y Pilíferos, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata (UNLP); ²Cálculo Estadístico y Biometría, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF), UNLP; ³Departamento de Tecnología, Universidad Nacional de Luján (UNLu), Luján, Buenos Aires, Argentina. ⁴Producción Apícola, Porcina y Avícola, FCAyF, UNLP. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

pcardaci@fcv.unlp.edu.ar

Actualmente, en Argentina existen escasos reportes sobre el efecto de bacterias ácido lácticas (BAL), con capacidad probiótica, provenientes de sistemas orgánicos y gallinas libres de jaula, sobre la inhibición de *Salmonella* sp. En particular para el caso de la *Salmonella* Enteritidis, representa un desafío crítico para la salud pública, debido a su carácter zoonótico y su capacidad de colonizar múltiples hospedadores; su persistencia en entornos productivos dificulta el control sanitario en la cadena de valor del huevo (Solís et al., 2023). Se sabe que la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda una reducción general del uso de antibióticos en los animales destinados a la producción de alimentos, incluida la restricción completa del empleo como promotores de crecimiento. En este escenario, surgen los probióticos, “microorganismos vivos que actúan como biomoduladores de la salud” (FAO 2002), como una alternativa sustentable y eficaz para la prevención de enfermedades infecciosas. El objetivo del trabajo fue evaluar *in vitro* las cepas BAL con mayor capacidad de inhibición sobre distintos serovares de *Salmonella* Enteritidis. Se emplearon 11 cepas BAL, previamente seleccionadas por su capacidad probiótica, provenientes de una granja orgánica certificada, denominadas: 1; 2; 3; 4; 5; 7; 9; 17; 21; 24 y 29 y 6 serovares de *Salmonella* Enteritidis (SE) SE44; SEM; SEXOA; SEI; SE399 y SE265 pertenecientes al cepario del Bioterio Avícola de la Universidad Nacional de Luján. Se empleó el método de gotas (spot agar) modificado, sembrando una gota de 10 microlitros (μ L) de cada cepa BAL en placas con 15 mililitros (mL) de agar para recuento en placa (PCA), se incubaron 24 h a 37°C y sobre este desarrollo se vertieron 10 mL de agar blando (caldo nutritivo con 0,7% de agar), inoculado con 100 μ L de cada SE, en estudio. Se incubó nuevamente por 24 h a 37°C y se determinó la presencia y diámetro de los halos de inhibición (Pino, 2023). Para el análisis de los datos se empleó el Test de Kruskal Wallis, de varianza no paramétrico, con un valor $p \leq 0.05$?. Se encontraron diferencias significativas entre las cepas BAL respecto de los serovares de SE ($H=35,22$; $p=0,0001$), donde la mayor inhibición se obtuvo con las BAL 21, 4, 3 y 7 (Figura 1).

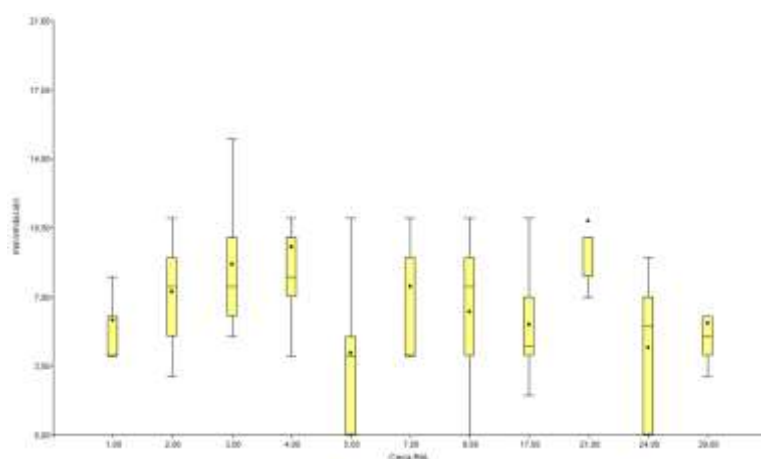


Figura 1. Inhibición de cepas probióticas de bacterias lácticas (BAL) sobre serovares de *Salmonella* Enteritidis

Asimismo, el análisis de serovares de SE arrojó diferencias significativas entre ellos, respecto de las cepas probióticas ($H=46,82$; $p<0,0001$), siendo el serovar SE399 el más inhibido (Figura 2). Por otro lado, al analizar la inhibición de cada cepa BAL sobre cada serovar de SE, se encontraron diferencias significativas ($H=125,08$ $p<0,0001$). Como conclusión de este estudio, se demuestra que las bacterias lácticas provenientes del sistema orgánico evaluado, poseen una marcada capacidad inhibitoria *in vitro* frente a diversos serovares de SE, corroborando que la capacidad de inhibición es cepa dependiente. La variabilidad observada en la sensibilidad de los patógenos y en la eficacia de las cepas testeadas, destaca la importancia de una selección específica de probióticos; en particular, las cepas BAL 21, 4, 3 y 7 sobresalen por su actividad antimicrobiana. Estos hallazgos posicionan a estas cepas como candidatas prometedoras para el desarrollo de biomoduladores sustentables, ofreciendo una alternativa viable al uso de antibióticos para fortalecer el control sanitario en la cadena avícola y proteger la salud pública.

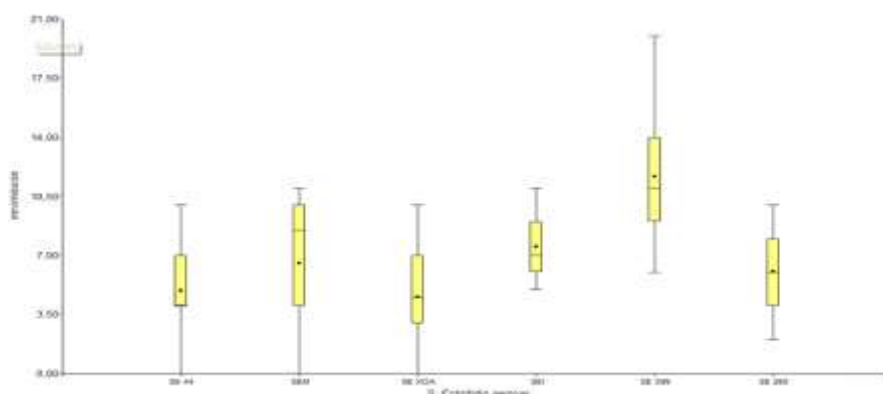


Figura 2. Grado de inhibición de serovares de *Salmonella* Enteritidis por BAL

Bibliografía

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (2002) Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. April 30 and May 1, 2002, London, Ontario, Canadá.

PINO, A.I. (2023) Evaluación de la sinergia de la actividad antimicrobiana de cepas de bacterias lácticas contra patógenos. Ciencia Veterinaria, 25(1):1-22. 1. <https://doi.org/https://doi.org/10.19137/cienvet202325101>

SOLÍS, D., CORDERO, N., QUEZADA-REYES, M., ESCOBAR-ASTETE, C., TORO, M., NAVARRETE, P., & REYES-JARA, A. (2023) Prevalence of *Salmonella* in eggs from conventional and cage-free egg production systems and the role of consumers in reducing household contamination. Foods, 12(23): 4300. <https://doi.org/10.3390/foods12234300>

Evaluación de la biofertilización y fertilización fosfatada sobre la eficiencia en el uso del agua y el rendimiento en trigo (*Triticum aestivum* L.)

Fernández, Gustavo Alberto; Bianchi, Daniel A; Pantuso Francisco

Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias. Universidad del Salvador.

francisco.pantuso@usal.edu.ar

La intensificación agrícola en la región pampeana ha derivado en la degradación de suelos, pérdida de materia orgánica y una crítica dependencia de fertilizantes químicos, especialmente fosfatados. La agricultura sostenible es la principal estrategia para contrarrestar el rápido declive de la calidad ambiental por medio del mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas (Muleta., 2013) Ante este escenario, el uso de Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal y micorrizas surge como una biotecnología estratégica. Estos microorganismos, aplicados generalmente en semillas, colonizan la rizosfera para optimizar la eficiencia nutricional mediante la solubilización de fósforo, fijación de nitrógeno y antagonismo contra patógenos. Esta práctica no solo reduce costos operativos frente al alza de insumos tradicionales, sino que restaura la salud edáfica, promoviendo una producción sostenible y resiliente al estrés ambiental. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes biofertilizantes sobre el desarrollo y los componentes del rendimiento del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.). El ensayo se llevó a cabo en el campus “Nuestra Señora del Pilar” de la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinaria (USAL), en Pilar, Buenos Aires. Se empleó un diseño experimental de bloques completos aleatorizados (DBCA) con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió en parcelas de 0.4 m² (4 surcos de 0.5 m de longitud, distanciados a 0.2 m). Se utilizó el cultivar de trigo Don Mario Alerce, con una densidad de siembra equivalente a 300 semillas por m². La siembra se realizó en forma manual el jueves 7 de agosto de 2025. Los tratamientos incluyeron diversos fertilizantes biológicos y su combinación con fósforo en forma de fosfato diamónico (PDA, 18-46-0). Adicionalmente todo el ensayo se fertilizó con urea (46-0-0) a razón de 200 kg/ha el 3 de septiembre de 2025. Los tratamientos evaluados fueron: T1.-Testigo; T2.-*Bacillus velezensis*+*Trichoderma harzianum*-ZnS.; T3.-*Pseudomonas* sp.; T4.-*Gluconacetobacter diazotrophicus*.; T5.-Testigo + PDA.; T6.-*Bacillus velezensis*+*Trichoderma harzianum*-ZnS + PDA.; T7.-*Pseudomonas* sp.+ PDA.; T8.-*Gluconacetobacter diazotrophicus* + PDA.

Se evaluaron las siguientes variables: número de plantas, macollos y espigas por surco. Como así también las espiguillas por espiga, granos por espiga, peso de 1000 granos (PMG) y el rendimiento. Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y las medias se compararon con el test de Diferencias Significativas Mínimas (LSD) ($\alpha=0.05$). utilizando el programa Infostat (Di Renzo *et al.*, 2021). Se calculó el Índice de Eficiencia en el Uso del Agua (WUE) que nos permite cuantificar cuántos kilogramos de grano produjo el sistema por cada milímetro de agua disponible. La cosecha se realizó el 6 de enero de 2026 de forma manual.

Los resultados obtenidos no mostraron diferencias estadísticamente significativas para la mayoría de las variables: altura de planta ($p=0.20$), plantas por surco ($p=0.71$); espiguillas por espiga ($p=0.74$); PMG ($p=0.49$); rendimiento por hectárea ($p=0.59$). Sin embargo, se observaron efectos significativos de la variable granos por espiga, donde los tratamientos combinados con fósforo (*B. Veleznis*+PDA, *Pseudomonas*+PDA y *Gluconacetobacter diazotrophicus* + PDA) superaron al testigo. Respecto a Espigas por surco donde *B. Veleznis*+PDA mostro un incremento respecto a los testigos. Los resultados obtenidos son concordantes con los hallazgos de Gudelj *et al.* (2025), quienes sostienen que la efectividad de los bioinsumos en cereales de invierno está fuertemente supeditada a la disponibilidad de una base mínima de fertilización química en suelos con baja actividad biológica inicial. El índice de Eficiencia en el Uso del Agua fue de 12.9 kg·ha⁻¹·mm⁻¹; este valor es superior al promedio de la región para ciclos caracterizados por déficit hídricos en el período crítico. Dicha

respuesta se atribuye al manejo nutricional implementado y al potencial efecto bioestimulante de los consorcios microbianos, factores que permitieron optimizar la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones restrictivas. La respuesta diferencial observada exclusivamente en los tratamientos con PDA sugiere que los microorganismos evaluados actúan de manera más eficiente como facilitadores de la absorción de nutrientes que como sustitutos integrales en estadios iniciales. Asimismo, el incremento en el número de granos por espiga evidencia que la biofertilización optimizó el estatus nutricional de la planta durante la diferenciación de los primordios florales. Por último, la ausencia de diferencias en el PMG y el rendimiento podría atribuirse a la demora en la fecha de siembra (agosto) y al marcado estrés hídrico ocurrido durante el llenado de grano (con solo 41 mm de lluvias; ver Tabla 1). Estas limitantes ambientales habrían restringido la expresión del potencial productivo, igualando el desempeño de los tratamientos en la fase final del ciclo ontogénico. Se concluye que la combinación de biofertilizantes con fosfato diamónico (PDA) potencia el desarrollo de los componentes numéricos del rendimiento y mitiga el impacto del estrés hídrico, favoreciendo una mayor estabilidad fisiológica del cultivo. Asimismo, los beneficios de la biofertilización se manifiestan de manera preponderante durante las etapas fenológicas en las que se definen las estructuras reproductivas, optimizando la partición de recursos hacia los granos en formación.

Tabla 1 Distribución de precipitaciones durante el desarrollo del ensayo. Pilar (BA), ciclo 2025.

Mes	Lluvia (mm)	Promedio Histórico (mm)	Estado del Cultivo
Junio	35,0	55	Barbecho / Acumulación de humedad
Julio	28,0	58	Barbecho previo a siembra
Agosto	42,0	63	Siembra (07/08) y Emergencia
Septiembre	64,5	70	Macollaje y Refertilización (Urea)
Octubre	78,5	115	Encañazón / Diferenciación de espiga
Noviembre	41,2	102	Antesis y Llenado de grano
Diciembre	124,8	98	Madurez fisiológica y Secado
Total	414	561	

Bibliografía

DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZÁLEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W.; InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

GUDELJ, V.; CONDE, M. B.; LORENZÓN, C. y GUDELJ, O. (2025) Evaluación de fertilizantes orgánico y biológicos aplicados en el cultivo de trigo. EEA INTA Marcos Juárez. Disponible en: https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/23454/INTA_CRCordoba_EEAMarcosJuarez_Gudelj_V_Evaluacion_fertilizantes_organicos_y_biologicos.pdf?sequence=1 (acceso: 1 de abril de 2025)

MULETA, D.; ASSEFA, F.; BÖRJESSEON, E. y GRANHALL, U. (2013). Phosphate solubilizing rhizobacteria associated with *Coffea arabica* L. in natural coffee forests of southwestern Ethiopia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 12:73–84.

Manejo del riego en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y su efecto sobre el rendimiento y la productividad del agua en La Araucanía, Chile

López-Olivari, Rafael^{1,*}; Beluzán, Francisco¹; Quintulen-Ancapi, Valeria¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA-Carillanca, Vilcún, Chile.

rafael.lopez@inia.cl

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es uno de los cultivos hortícolas más relevantes en Chile y de la Región de La Araucanía, cuya producción está fuertemente condicionada por la disponibilidad de agua, debido a su sistema radicular superficial y elevada tasa de transpiración, lo que la hace especialmente sensible a variaciones en el suministro hídrico (Kirnak et al., 2016). En la Región de La Araucanía, donde la disponibilidad de agua es cada vez más variable, optimizar el manejo del riego se ha transformado en un desafío central para la sustentabilidad de los sistemas hortícolas. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de distintos niveles de reposición hídrica sobre variables de crecimiento, rendimiento, calidad y productividad del agua en el cultivo de lechuga.

El ensayo de lechuga cv. 'Isabella' se estableció el 10 de octubre 2024 al aire libre durante la temporada 2024-2025 en el Centro Regional de Investigación INIA Carillanca. Cuatro tratamientos de riego fueron evaluados correspondientes al 50%, 75%, 100% (riego de referencia) y 150% de reposición hídrica, definidos en base a las propiedades físico-hídricas del suelo y la lluvia efectiva, siguiendo metodologías estandarizadas para la estimación de requerimientos hídricos de la FAO56 (Santos Pereira et al., 2025). El tamaño de parcela fue de 3,0 x 1,2 m, donde las lechugas se espaciaron a 0,3 m entre y sobre hilera. La frecuencia de riego fue determinada mediante el monitoreo continuo de la humedad volumétrica del suelo, aplicándose un total de siete eventos de riego durante el ciclo del cultivo, con láminas totales de agua (riego + lluvia efectiva) que fluctuaron entre 49,8 y 109,8 mm en un periodo de crecimiento de 68 días. El diseño estadístico utilizado en el ensayo fue el de Bloques Completamente al Azar (DBA).

Al momento de la cosecha (16 diciembre 2024) se evaluaron variables relacionadas con el crecimiento y la calidad del cultivo, incluyendo largo de raíz, peso aéreo fresco, peso aéreo seco y productividad del agua, definida como la cantidad de biomasa seca producida por unidad de agua aplicada. Los resultados mostraron que el largo de raíz y el peso fresco no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, lo que sugiere una capacidad de compensación fisiológica del cultivo frente a variaciones en la disponibilidad hídrica. Sin embargo, el peso seco evidenció diferencias estadísticamente significativas, destacando los tratamientos de 75% y 100% de reposición hídrica, los cuales presentaron mayores valores de biomasa estructural, indicando una mayor eficiencia en la conversión del agua en materia seca.

En relación con la productividad del agua (Fig. 1), se observaron diferencias significativas entre tratamientos, tanto para el agua de riego como para el agua total, destacando el tratamiento con 75% de reposición hídrica como el que logró el mejor equilibrio entre rendimiento y eficiencia en el uso del agua. En contraste, el tratamiento con 50% presentó los mayores valores de eficiencia, pero con una reducción en la acumulación de biomasa, lo que limita su aplicabilidad productiva. Por su parte, el tratamiento con 150% no generó beneficios adicionales, evidenciando efectos negativos asociados al exceso hídrico, tales como condiciones de anoxia y deterioro de la calidad del cultivo (Antúnez y Felmer, 2018). Estos resultados concuerdan con antecedentes que indican que niveles intermedios de reposición hídrica permiten sostener el rendimiento sin pérdidas significativas respecto al riego completo (Kirnak et al., 2016).

Desde un punto de vista fisiológico, los resultados indican que el cultivo responde favorablemente a condiciones de riego moderado, donde se evita tanto el estrés por déficit hídrico como los efectos negativos del exceso de agua, promoviendo un balance adecuado entre crecimiento vegetativo y acumulación de biomasa. En términos productivos, esto implica que es posible reducir en

aproximadamente un 25% el volumen de agua aplicado respecto al riego convencional, sin afectar el rendimiento y mejorando la calidad interna del producto. En el contexto de la horticultura de La Araucanía, estos resultados permiten orientar estrategias de manejo hídrico más eficientes, contribuyendo a la optimización del uso del recurso hídrico y al desarrollo de sistemas productivos más sustentables y competitivos.

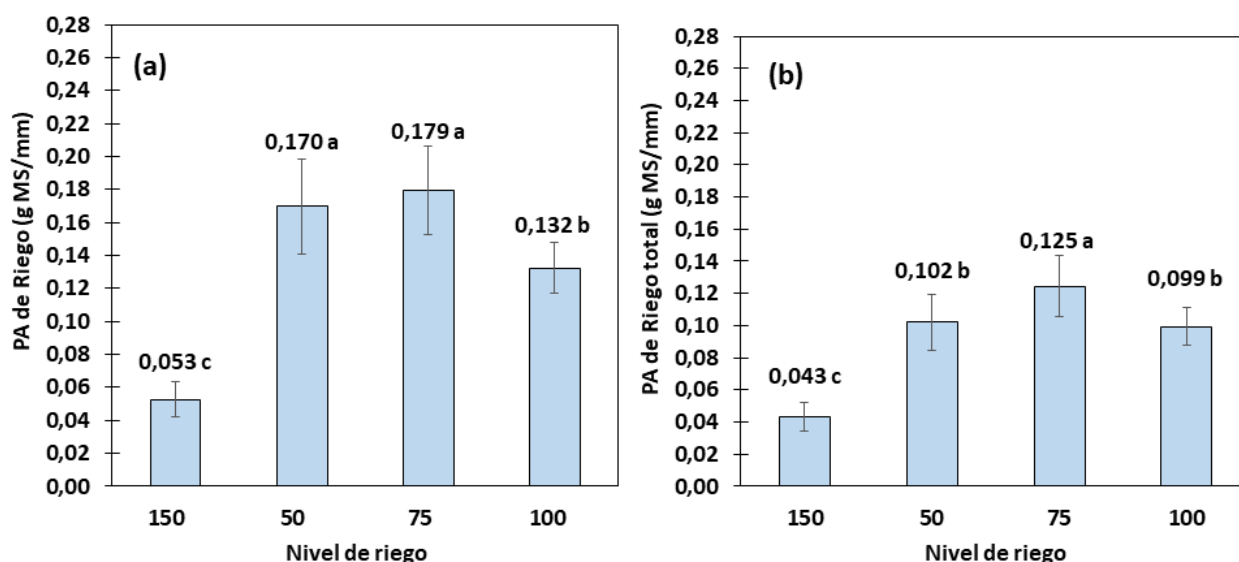


Figura 1. Productividad del agua de riego (a) y agua total (b) de la lechuga cv. 'Isabella' bajo diferentes niveles de agua de riego aplicada durante la temporada 2025. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Bibliografía

- ANTÚNEZ, B.; FELMER, E. (2018) Déficit y exceso de riego en el cultivo de lechugas tipo escarola. *Revista Campo & Tecnología*.
- KIRNAK, H.; TAŞ, I.; GÖKALP, Z.; KARAMAN, S. (2016) Effects of different irrigation levels on yield of lettuce grown in an unheated greenhouse. *Current Trends in Natural Sciences*, 5(9), 145–151.
- PEREIRA, L.; ALLEN, R.; PAREDES, P.; LÓPEZ-URREA, R.; RAES, D.; SMITH, M.; KILIC, M.; SALMAN, M. (2025) Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper* No. 56 Rev.1. Rome, FAO.

Efecto de la altura de la canopia sobre la degradabilidad ruminal y la digestibilidad *in situ* del pasto Tangola (*Urochloa arrecta* × *Urochloa mutica*)

Obregón, Karla Mariquena¹; Giuliani, Jorge Augusto¹; Pozo, Claudio Antonio^{1,2}; Gon, Lucas Ruben¹; Bonnet, Celeste Maricel²

Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa. Formosa, Argentina. ² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Centro de Investigación y Transferencia CIT- Formosa. Formosa, Argentina

karlaobregon98@gmail.com

El pasto Tangola (*Urochloa arrecta* × *Urochloa mutica*) constituye una alternativa forrajera de interés para regiones húmedas y de baja fertilidad del noreste argentino. La altura de la canopia influye sobre la estructura de la planta y, en consecuencia, sobre la calidad nutritiva del forraje disponible para los animales en pastoreo. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la altura de la canopia sobre la degradabilidad ruminal y la digestibilidad *in situ* del pasto Tangola (*Urochloa arrecta* × *Urochloa mutica*). El experimento se llevó a cabo en el predio de la Universidad Nacional de Formosa (UNaF) (26°11'28.6" S; 58°12'03.4" O), en una superficie de 154 m² cubierta de pasto Tangola, subdividida en 9 parcelas de 17,1 m² que representaron las unidades experimentales, estableciéndose un diseño completo al azar con tres tratamientos de altura de la canopia: 20, 40 y 60 cm y tres repeticiones. Cada vez que el pasto alcanzaba la altura promedio correspondiente a su tratamiento, en cada parcela, las muestras se cortaron con tijera de metal a 5 cm del nivel del suelo y se secaron a 55°C hasta peso constante. Luego se molieron a 1 mm y se determinó materia seca total (MST), materia orgánica (MO) y cenizas (Czs) (AOAC, 1997). Posteriormente, para determinar la degradabilidad (DRMS) y la digestibilidad *in situ* de la materia seca (DSMS), una fracción de cada muestra se molió a 2 mm, se pesó 1 g por duplicado en bolsitas de tejido no tejido de 5x5 cm y 100g/m² de densidad. Las mismas se incubaron durante 48 horas en el rumen de una vaca canulada (peso vivo de 450 kg), alimentado con una dieta a base de forrajes y suplementados al 0,5% del peso vivo con un alimento balanceado comercial (13% de proteína bruta). La vaca fue alimentada con esa dieta 10 días previos al inicio de la incubación. Finalizado dicho período, las bolsitas se retiraron del rumen del animal y se lavaron con agua corriente por al menos 20 minutos y los residuos obtenidos se secaron en estufa a 105 °C durante 8 horas para determinar la proporción de materia seca desaparecida. La degradabilidad ruminal de la materia seca (DRMS) fue calculada como: DRMS = (MS incubada – MS residual) / MS incubada. Seguidamente, dichas bolsitas se introdujeron dentro de un equipo analizador de fibra marca Ankom2000 y se sometieron a solución detergente neutro para determinar la digestibilidad *in situ* de la materia seca. La DSMS fue calculada como: DSMS = (MS incubada – MS residual sometida a detergente neutro) / MS incubada. La concentración de energía digestible (ED) se estimó a partir de la materia seca digestible, utilizando la siguiente ecuación: ED (Mcal/kg MS) = (MS digestible (g/kg MS) × 4,409) / 1000; mientras que la de energía metabolizable (EM) se estimó a partir de la ED, considerando un coeficiente de conversión del 82 %, EM (Mcal/kg MS) = ED × 0,82, según AFRC (1993). Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software InfoStat, y la comparación de medias se realizó mediante la prueba LSD de Fisher, con un nivel de significancia del 5% ($p \leq 0,05$).

Los resultados muestran que el contenido de materia seca se incrementó significativamente con la altura siendo menor en el tratamiento de 20 cm respecto de 40 y 60 cm ($p = 0,010$). Tanto la degradabilidad ruminal como la digestibilidad *in situ* de la materia seca disminuyeron significativamente con el incremento de la altura de la canopia ($p = 0,031$ y $p = 0,008$, respectivamente), registrándose los valores más altos en 20 cm y 40 cm respecto a 60 cm. Estos cambios pueden estar asociados a una variación vertical de la proporción de hojas y tallos en la canopia, acompañado de una mayor proporción de tejido estructural por lo cual, la altura de cosecha o de pastoreo tiene un impacto importante en la calidad del forraje cosechado (Moore et al. 2020).

Un patrón similar se observó en los valores de **energía digestible** y **energía metabolizable**, que fueron significativamente superiores en los tratamientos de 20 cm y 40 cm respecto del tratamiento de 60 cm ($p < 0,01$).

Tabla N° 1. Efectos de la altura de la canopia sobre la degradabilidad ruminal y la digestibilidad *in situ* de la materia seca, y otros parámetros químicos, del pasto Tangola.

	Tratamientos			EE	P-valor ¹
	20 cm	40 cm	60 cm		
Materia Seca, %	23,11 ^a	28,76 ^b	27,12 ^b	0,76	0,01
Materia Orgánica, % MS	90,39	91,33	93,23	0,28	0,083
Cenizas, % MS	9,61	8,67	6,77	0,28	0,008
Degradabilidad ruminal de la materia seca, %	55,52 ^b	53,68 ^{ab}	50,56 ^a	1,23	0,031
Digestibilidad <i>in situ</i> de la materia seca, % MS	60,77 ^b	58,54 ^b	53,85 ^a	1,33	0,008
Energía Digestible, Mcal/kg MS	2,68 ^b	2,58 ^b	2,37 ^a	0,06	0,008
Energía Metabolizable, Mcal/kg MS	2,20 ^b	2,12 ^b	1,95 ^a	0,05	0,008

¹ probabilidad del error de Tipo 1.

Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

En base a resultados obtenidos se concluye que, la digestibilidad del pasto Tangola se mantiene estable entre los 20 y 40 cm de altura de la canopia, mientras que a los 60 cm se evidencia una disminución de la misma.

Bibliografía

AFRC (1993). Energy and Protein Requirements of Ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International, Wallingford, UK.

AOAC (1997). Official Methods of Analysis. 16. ed. Washington.

MOORE, K. J. et al. (2020). Forages. The Science of Grassland Agriculture. Vol. II.

Evaluación de la resiembra de soja ante pérdidas de plantas y/o área foliar en la Región Central de Argentina

Rendón, Mariano¹; Angelozzi, Valentín¹; Venece, Matías²; Costanzi, Jerónimo²; Parra, Gonzalo²; Di Mauro, Guido.¹

¹ Cátedra de Sistemas de Cultivos Extensivos - GIMUCE, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR. ² Departamento de Desarrollo, Grupo Don Mario.
marianoj.rendon@gmail.com

Durante los últimos años, en varias regiones de Argentina, se ha observado una disminución en la densidad de siembra de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] usada por los productores (Di Mauro et al., 2025), este ajuste podría estar asociado a la alta plasticidad del cultivo (Seraglio et al., 2025). Sin embargo, frente a adversidades climáticas, ataque de plagas o fallos en la siembra y emergencia, disminuir la densidad podría exponer al cultivo a riesgos y penalidades en el rendimiento. La resiembra del cultivo surge como una práctica que permitiría disminuir dicho riesgo, al restablecer la densidad mínima de plantas para maximizar el rendimiento (Carciochi et al., 2019). Sin embargo, al resembrar, se genera desuniformidad temporal en la emergencia de las plántulas (Masino et al., 2018) y, a la vez, se expone a las plantas resembradas a un ambiente de peor calidad cuando se determina el rendimiento (Gaspar y Conley, 2015). Estos efectos, sumados a costos operativos, condicionan la factibilidad de resembrar por parte de los productores (Popp et al., 2006). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la reducción del *stand* de plantas y/o del área foliar, así como su posterior resiembra, sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de soja.

Durante la campaña 2024/25 se realizó un ensayo factorial, con tres repeticiones por tratamiento, evaluando i) dos genotipos comerciales de soja (DM 46R18 y DM 46E25) con diferente arquitectura de planta (i.e. ramificador vs. no ramificador) y ii) 8 tratamientos: testigo (sin daño), reducción del 66% área foliar, defoliación con resiembra, reducción del 66% del *stand* de plantas, reducción del *stand* con resiembra, tratamiento combinado de reducción del *stand* y defoliación, tratamiento combinado con resiembra y pérdida total de plantas con resiembra. Se relevó el rendimiento y sus componentes numéricos (número y peso de granos), la concentración de proteína y aceite en grano. Las parcelas consistieron en 4 surcos distanciados a 0.52 m, con un largo de 6 m. El diseño experimental consistió en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones por tratamiento, totalizando un total de 48 parcelas en evaluación. Los datos fueron analizados mediante ANOVA, contemplando los efectos de genotipo, tratamiento y su interacción. Se verificó la normalidad de los residuales y la homogeneidad de las varianzas, y no se observaron desviaciones. Se realizó *test* de comparación de medias (LSD Fisher) utilizando el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2020).

El rendimiento no varió entre genotipos ni para la interacción genotipo x tratamiento, aunque sí entre los distintos tratamientos evaluados ($p < 0.05$). El rendimiento varió entre 5.627 kg ha⁻¹ hasta 2.910 kg ha⁻¹ (testigo vs. pérdida total con resiembra). Sin embargo, la disminución de área foliar y/o pérdida de plantas no implicó una disminución significativa del rendimiento respecto a sus contrapartes resembradas o al testigo ($p > 0.05$). En cuanto a los componentes numéricos del rendimiento, el testigo presentó un número de 3,812 granos m⁻², mientras que la pérdida total con resiembra registró un número de 1,936 granos m⁻² ($p < 0.05$). No se observaron diferencias significativas respecto al peso individual de los granos ($p > 0.05$). En cuanto a concentración de proteína y aceite del grano no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los tratamientos evaluados ($p > 0.05$). Es decir, no se observó penalidades en rendimiento frente a las adversidades simuladas, ni tampoco beneficios adicionales al efectuar una resiembra. Se pretende repetir un segundo año de experimentos para confirmar estos resultados.

Palabras clave: densidad, rendimiento, adversidad, semilla, siembra.

Bibliografía

- CARCIOCHI, W.D., SCHWALBERT, R., ANDRADE, F.H., CORASSA, G.M., CARTER, P., GASPAR, A.P., SCHMIDT, J., CIAMPITTI, I.A., 2019. Soybean seed yield response to plant density by yield environment in north america. *Agron. J.* 111, 1923–1932. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.10.0635>
- DI MAURO, G., ANDRADE, J.F., ROTILI, D.H., ALVAREZ PRADO, S., 2025. Transformations in Argentinean soybean systems: Recent changes, challenges, and opportunities. *Crop Environ.* 4, 130–141. <https://doi.org/10.1016/j.crope.2025.04.001>
- DI RIENZO, J.A., CASANOVES, F., BALZARINI, M.G., GONZALEZ, L., TABLADA, M., ROBLEDO, C.W., OTHERS, 2020. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- GASPAR, A.P., CONLEY, S.P., 2015. Responses of Canopy Reflectance, Light Interception, and Soybean Seed Yield to Replanting Suboptimal Stands. *Crop Sci.* 55, 377–385. <https://doi.org/10.2135/cropsci2014.03.0200>
- MASINO, A., RUGERONI, P., BORRÁS, L., ROTUNDO, J.L., 2018. Spatial and temporal plant-to-plant variability effects on soybean yield. *Eur. J. Agron.* 98, 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.02.006>
- POPP, M.P., EDWARDS, J.T., PURCELL, L.C., MANNING, P.M., 2006. Profit-maximizing seeding rates and replanting thresholds for soybean: Maturity group interactions in the Mid-South. *Agric. Syst.* 91, 211–228. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.02.011>
- SERAGLIO, N., PESSOTTO, M., WEAVER, A., LICHT, M.A., 2025. Soybean overcome differences in row spacing and seeding rate to maintain stable yield. *Crop. Forage Turfgrass Manag.* 11, 1–8. <https://doi.org/10.1002/cft2.70033>

Nodulación en arveja (*Pisum sativum*) bajo distintos tratamientos de inoculación: una experiencia de investigación en la escuela secundaria técnica

Skejich Patricia A.^{1,2}; Cattaneo Romina M.^{1(Ex aequo)}

¹Escuela de Educación Técnica Profesional N° 486 “Francisco Netri”, Carcarañá, Provincia de Santa Fe, Argentina.

²Cátedra de Introducción a los Sistemas de Producción Agropecuarios, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Campo Experimental Villarino S/N, S2125ZAA, Zavalla, Provincia de Santa Fe, Argentina

pskejich@gmail.com

El suelo constituye un recurso natural esencial para la vida, ya que sostiene los ecosistemas terrestres, las actividades económicas y la producción de alimentos. En este contexto, una estrategia adecuada de manejo edáfico es la incorporación de cultivos alternativos en las rotaciones agrícolas, como la arveja (*Pisum sativum*), que presenta menor requerimiento hídrico que los cereales de invierno, alta competencia frente a malezas y capacidad de fijar nitrógeno atmosférico. El nitrógeno es un nutriente limitante para el crecimiento vegetal y, aunque se encuentra abundantemente en la atmósfera como N₂, solo ciertos microorganismos pueden transformarlo en formas asimilables por las plantas, como amonio (NH₄⁺) y nitrato (NO₃⁻), mediante la fijación biológica del nitrógeno (FBN), proceso clave para mejorar la calidad del suelo (Russelle y Birr, 2004). Se estima que la FBN aporta entre el 60–80% del nitrógeno disponible en la biosfera, permitiendo reducir el uso de fertilizantes nitrogenados y los riesgos de contaminación asociados. En este marco, microorganismos como *Rhizobium* se utilizan como inoculantes agrícolas desde hace más de un siglo. Asimismo, bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR), como *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus* y *Pseudomonas*, favorecen el crecimiento vegetal, el biocontrol de patógenos, la fijación de nitrógeno y la solubilización de nutrientes (Spaepen *et al.*, 2009). Sin embargo, existe escasa información respecto de su aplicación en el cultivo de arveja, el cual ofrece importantes ventajas para el desarrollo de una agricultura sustentable, aunque su adopción es limitada en el área de influencia de la Escuela.

El trabajo fue realizado en el predio escolar de la Escuela de Educación Técnica Profesional N° 486 “Francisco Netri” (Carcarañá), por estudiantes de 6° año, en el marco del proceso de enseñanza-aprendizaje de los espacios curriculares Prácticas Profesionalizantes y Sistemas Agrícolas y Agroindustriales II. En este sentido, la experiencia se vinculó con problemáticas concretas de la producción agropecuaria regional y puso en valor la investigación en la escuela secundaria como estrategia formativa para la construcción de conocimientos situados y el fortalecimiento de vínculos con diversos agentes del sistema agroindustrial agrícola. El objetivo fue evaluar el efecto de bacterias promotoras del crecimiento (*Azospirillum brasilense*) en combinación con bacterias fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium leguminosarum*) sobre la nodulación en el cultivo de arveja, así como analizar los factores que limitan su incorporación como alternativa de cultivo invernal en las rotaciones agrícolas en el departamento San Lorenzo de la Provincia de Santa Fe.

La variedad de arveja utilizada fue B308 de grano verde, perteneciente al banco de germoplasma de la Cátedra de Mejoramiento Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, y en condiciones de campo, se analizó la respuesta en la nodulación frente a la inoculación bajo un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Cada parcela constituyó una unidad experimental asignada a uno de los tratamientos: testigo sin inoculación (T1), inoculación con *Rhizobium leguminosarum* (T2), con *Azospirillum brasilense* (T3) o con la combinación de ambos (T4). A los 45 días posteriores a la siembra y en estadio de floración, se evaluaron los parámetros de infectividad y efectividad de 10 plantas tomadas al azar de cada parcela. Para medir el primer parámetro se contabilizó la cantidad de nódulos en los primeros 2,5 cm de la raíz principal, considerándose positiva si la misma contaba con 3 o más nódulos. Para determinar la efectividad de la nodulación, se observó el color interior de los nódulos, clasificándolos en efectivos (color rosado) y no efectivos (color gris). Complementariamente,

mediante entrevistas a la Ing. Agrónoma Flavia Giordano (AFA Ruedas), a la Lic. (Dra.) María Andrea Espósito (INTA Oliveros - Facultad de Ciencias Agrarias) y al productor local Ing. Agr. Ezequiel Ottaviani y la realización de encuestas *on line* a productores, se exploró la relevancia del cultivo en el área de estudio.

Los resultados fueron procesados con Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2018) a partir del análisis de la varianza (ANOVA). Se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos para el porcentaje de plantas noduladas en estadios tempranos ($p < 0,05$), mientras que en floración no se observaron diferencias significativas. El porcentaje de plantas con nodulación satisfactoria a los 45 días desde la siembra fue mayor en el tratamiento con inoculación combinada (Fig 1). En cuanto al número de nódulos por planta, tanto a los 45 días como en floración se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,01$). Las plantas inoculadas con *Rhizobium*, tanto de forma individual como en combinación, presentaron los valores más elevados (Fig. 2). En estadio de floración, el T2 mostró mayor cantidad de nódulos (Fig. 3A), aunque de menor tamaño en comparación con el T4 (Fig. 3B), lo que sugiere que en próximos trabajos de investigación se debería incluir la variable peso de nódulos para mejorar el análisis de la calidad de la nodulación. Las principales limitantes para la adopción del cultivo de arveja se relacionan con factores culturales, falta de conocimiento y asesoramiento técnico, disponibilidad de semilla de calidad y acceso a mercados. En conclusión, el cultivo respondió favorablemente a la inoculación con bacterias fijadoras de nitrógeno, observándose nódulos de mayor tamaño en la combinación de *Rhizobium* y *Azospirillum*. Si bien su implementación es viable, resulta fundamental contar con semillas de alta calidad, el uso de tratamientos adecuados y un monitoreo fitosanitario eficiente. Asimismo, la experiencia evidenció el valor de la investigación en la escuela secundaria técnica como estrategia pedagógica para vincular los contenidos curriculares con situaciones reales de la producción agropecuaria, favorecer la construcción de conocimientos situados y fortalecer la formación del futuro técnico en producción agropecuaria.

Figura 1: Porcentaje de plantas noduladas a los 45 días después de la siembra y al momento de la floración.

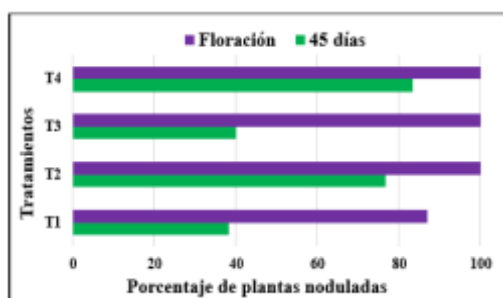


Figura 2: Promedio de nódulos por planta a los 45 días después de la siembra y al momento de la floración.

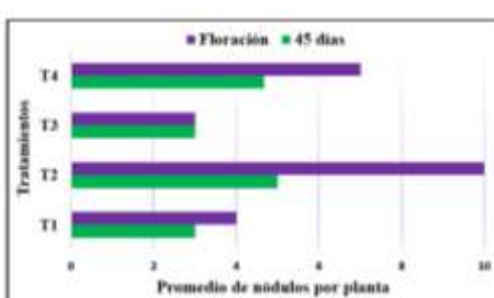


Figura 3: A: Nodulación en T2 en floración. B: Nodulación en T4 en floración.



Bibliografía

- RUSSELLE, M. P. Y BIRR, A.S. (2004). Biological nitrogen fixation. Large-scale assessment of symbiotic dinitrogen fixation by crops: Soybean and alfalfa in the Mississippi river basin, J. Agron., 96, 1754.
- SPAEPEN, S., VANDERLEYDEN, J., OKON, Y. (2009). Plant growth-promoting actions of rhizobacteria. Adv. Bot. Res., 51: 283-320.
- DI RIENZO, J. A., CASANOVES, F., BALZARINI, M. G., GONZÁLEZ, L., TABLADA, M. Y ROBLEDO, C. W. (2018). *InfoStat versión 2018*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de InfoStat Sitio Oficial.

Evaluación de la degradabilidad ruminal como predictor de la digestibilidad *in situ*

Villalba, Clarisa Victoria^{1*}; Zigarán, Débora Magdalena¹; Obregón, Karla¹; Vargas, Mauro^{1,2}; Bonnet, Celeste Macielt²; Corrales, María Paz³; Giuliani, Augusto¹; Pozo, Claudio Antonio¹

¹Facultad de Recursos Naturales, Universidad Nacional de Formosa, Formosa, Argentina. ²Centro de Investigaciones y Transferencia de Formosa, CONICET, Formosa, Argentina. ³Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

victoriavillalba2025@gmail.com

La digestibilidad es uno de los principales criterios para estimar el valor nutricional de los alimentos en rumiantes. La digestibilidad *in vivo* es el método de referencia, ya que proporciona la aproximación más cercana a lo que ocurre en los animales en producción (Danesh *et al.*, 2020). Sin embargo, los ensayos *in vivo* requieren mucho tiempo, demandan instalaciones, recursos y necesitan repeticiones con animales por dieta evaluada, lo que dificulta su uso rutinario en el laboratorio (Lopez, 2005; Mohamed y Chaudhry, 2008). Como alternativa, Van Soest (1994) sugirió que la digestibilidad puede estimarse incubando las muestras durante 48 horas directamente en el rumen (i.e., *in situ*) de animales fistulados, seguido de una etapa en la que las muestras se someten a detergente neutro. Sin embargo, este procedimiento requiere el uso de reactivos y equipamiento específico, lo que incrementa el tiempo analítico y los costos. En este contexto, la degradabilidad ruminal obtenida únicamente mediante la incubación ruminal de 48 horas podría representar una alternativa más simple para estimar la digestibilidad. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre la degradabilidad ruminal y la digestibilidad *in situ*, con el fin de desarrollar una ecuación de predicción que permita estimar la digestibilidad sin aplicar el tratamiento con detergente neutro.

El experimento y los análisis se llevaron a cabo en el Centro de Investigaciones y Transferencia Formosa (26°14'26.6"S 58°14'46.3"W). Se seleccionaron 18 alimentos, buscando cubrir gran parte de los alimentos que se usan en el norte de Argentina y región central de Paraguay y bajo chaco paraguayo. Estos incluyeron concentrados energéticos (grano de maíz, grano de sorgo, arroz), forrajes conservados (silo de sorgo, heno de pasto pangola) y forrajes frescos (*stylosanthes guianensis*, alfalfa, gattón panic, tangola, hoja de algarrobo), subproductos (pellet de afrechillo de trigo, expeller de soja, harina de soja, cascara de soja, expeller de algodón, pellet de girasol) y raciones totalmente mezcladas. Las muestras se secaron a 55°C durante 48 horas y se molieron a 2 mm. Se pesó 1 g de muestra por triplicado en bolsas de tela no tejida (TNT) de polipropileno (5 x 5 cm, densidad = 100 g/m²), con una relación de 20 mg de muestra por cm². Se utilizó una vaca fistulada (470 kg de peso vivo (PV)), que se encontraba pastoreando en campo nativo y suplementada al 0,5% de su PV con un concentrado comercial (12% de PB y 2,9 Mcal de energía metabolizable). Las muestras se incubaron durante 48 horas; tras la incubación ruminal, las bolsas se lavaron con agua corriente, se secaron a 105°C durante 24 horas y se pesaron. Luego se trataron con una solución de detergente neutro en la autoclave a 110°C durante 40 min, nuevamente se lavaron con agua corriente y se secaron a 105°C durante 24 horas y se realizó el pesaje de las muestras. La degradabilidad de la materia seca (MS) se calculó como: $((MS \text{ incubada} - MS \text{ residual}) / MS \text{ incubada}) \times 100$. La digestibilidad de la MS se calculó considerando el peso del residuo luego del tratamiento con solución detergente neutro. Se realizaron relaciones lineales entre los valores de degradabilidad y digestibilidad de la MS mediante el procedimiento PROC REG de SAS. La exactitud de las relaciones lineales se determinó evaluando si el intercepto difería de cero y si la pendiente difería de la unidad, mientras que la precisión se evaluó mediante el coeficiente de determinación (R^2) y el error cuadrático medio de la raíz (RMSE).

La degradabilidad y digestibilidad de la MS presentaron una relación lineal ($R^2 = 0,93$; RMSE = 3,63; $P < 0,001$; Figura 1), con una ordenada al origen mayor a 0 ($P < 0,05$) y una pendiente igual a 1 ($P > 0,05$). El alto coeficiente de determinación y un bajo RMSE, indican una fuerte relación entre ambas

variables. Por otro lado, la pendiente de la regresión no difirió de la unidad, lo que sugiere ausencia de sesgo proporcional entre las variables analizadas. Sin embargo, la ordenada al origen fue mayor a cero, lo que indica la presencia de un sesgo constante. En conjunto, estos resultados muestran que ambas mediciones mantienen una relación consistente a lo largo del rango de alimentos evaluados.

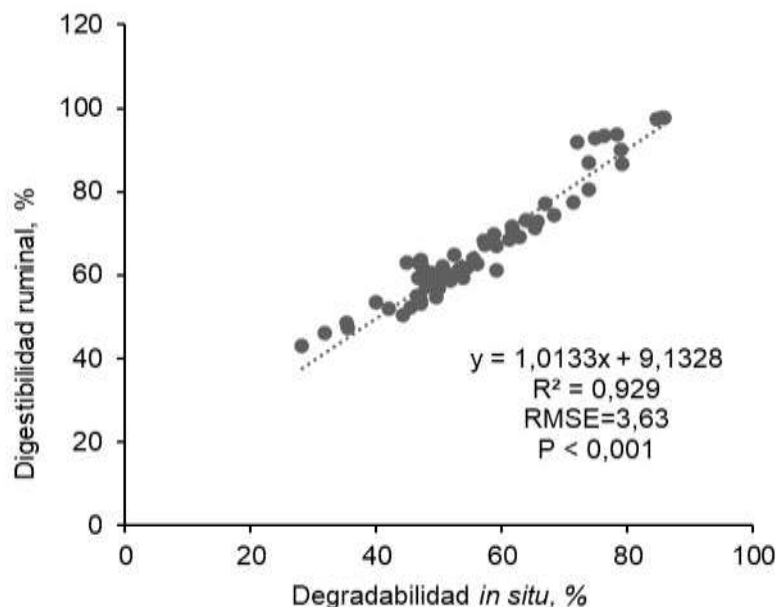


Figura 1. Relación entre la degradabilidad y la digestibilidad *in situ* de la materia seca en alimentos y dietas para rumiantes (n = 68).

Los resultados obtenidos indican que es posible predecir la digestibilidad a partir de la degradabilidad ruminal sin necesidad de aplicar el tratamiento con detergente neutro posterior a la incubación. Este enfoque podría simplificar el procedimiento analítico, reduciendo el tiempo de procesamiento de las muestras y los costos asociados al uso de reactivos.

Bibliografía

DANESH MESGARAN, S.; KUHLA, B.; BEAUMONT, R.; CANTALAPIEDRA-HIJAR, G.; NOZIERE, P.; LUND, P.; y DIJKSTRA, J. (2020). Nutrient digestibility and balance studies. *Methods in cattle physiology and behaviour research*.

LOPEZ, S. (2005) *In vitro* and *in situ* techniques for estimating digestibility. En: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds.) *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*. 2a ed. Wallingford, UK: CABI Publishing. 87–121.

MOHAMED, R. y CHAUDHRY, A.S. (2008) Methods to study degradation of ruminant feeds. *Nutrition Research Reviews*, 21:68–81.

VAN SOEST, P.J. (1994) *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2a ed. Ithaca, NY, USA: Cornell University Press.

Sistemas integrados: efecto de la producción de los cultivos de servicio con y sin pastoreo sobre el rendimiento relativo de maíz en el sur de Santa Fe

Zurbriggen, Gabriel^{1,2*}; Aquilano, José¹; Fossato, Ricardo¹; Frattin, Nicolás¹; Jolly Pérez, Agustín¹; Ortiz Mackinson, Juliana¹; Van Kruijssen, Ivan¹; Ceaglio, Emanuel¹; Nalino, Martín¹; Dichio, Luciana¹; Pereyra, Lucas¹; Pires, Martín¹; Tomassetti, Alex¹; Planisich, Alejandra^{1,2}.

¹Facultad de Ciencias Agrarias – UNR. ² IICAR UNR-CONICET

zurbriggen.gabriel@gmail.com

En los últimos años, creció la intensificación de las rotaciones a partir de la inclusión de los cultivos de servicio (CS) como estrategia para restaurar propiedades del suelo y la sustentabilidad de los sistemas (Alvarez *et al.*, 2017). Esta intensificación es además una oportunidad de integración espacial y temporal de agricultura y ganadería. La introducción del pastoreo moderado de los CS, definido por una altura remanente entre 10 y 15 cm, permitiría sumar la producción de carne sin comprometer la prestación de los demás servicios ecosistémicos (Planisich *et al.*, 2021). Sin embargo, se cuestiona si el pastoreo del CS podría afectar su producción de biomasa y, en consecuencia, perjudicar el rendimiento del cultivo sucesor. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la producción de biomasa y los remanentes de los CS con y sin pastoreo sobre el rendimiento relativo de maíz para grano y para silaje, en el sur de Santa Fe.

Se analizaron los resultados de rendimiento de maíz de dos experimentos de larga duración que se llevaron a cabo en la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR (latitud 33° 1' 0" Sur, longitud 60° 52' 60" Oeste) durante las campañas 2020/21, 2023/24, 2024/25 y 2025/26. El experimento 1, de rotación raigrás anual (*Lolium multiflorum*) con trébol rojo (*Trifolium pratense*) utilizado como CS – maíz (*Zea mays*) para silaje de planta entera, se estableció sobre un lote de 14,5 ha. Sobre un diseño de bloques completos aleatorizados (BCA) con 3 repeticiones se aplicaron 3 tratamientos durante el otoño-invierno: 1) Barbecho, 2) CS sin pastoreo y 3) CS con pastoreo. Se realizó pastoreo continuo con vaquillonas holstein con un remanente objetivo de 10-15 cm. El CS se secó químicamente a inicios de estado reproductivo y el maíz se sembró en todos los tratamientos a fines de septiembre-principios de octubre. El muestreo de rendimiento de silaje de planta entera se realizó mediante un doble muestreo según Galli *et al.* (2012) en madurez fisiológica. Al secado de los CS se estimó la biomasa con el método de doble muestreo utilizando un pasturómetro (Spada y Cangiano, 1991). Mientras que la producción total de biomasa de los CS en pastoreo se midió a través de jaulas de exclusión (Planisich *et al.*, 2021).

El experimento 2, de rotación avena (*Avena sativa*) / raigrás anual utilizados como CS – maíz para grano, se estableció sobre un lote de 20 ha. En un diseño de BCA con 4 repeticiones se establecieron 5 tratamientos durante el invierno: 1) Barbecho, 2) Avena sin pastoreo, 3) Avena con pastoreo, 4) Raigrás sin pastoreo y 5) Raigrás con pastoreo. En este caso, se realizó un pastoreo secuencial (avena - raigrás) dentro de cada bloque con novillos y vaquillonas hereford, con un remanente objetivo de 10-15 cm. Los CS se suprimieron químicamente a inicios del estado reproductivo, y el maíz se sembró en todos los tratamientos a fines de septiembre-principios de octubre. El rendimiento en grano se estimó a través del muestreo de espigas en 3 sitios por unidad experimental de 2 m². Al secado de los CS se estimó la biomasa remanente mediante doble muestreo. Por su parte, la producción de biomasa total del CS en los tratamientos con pastoreo se estimó a partir de mediciones de biomasa inicial y remanente de cada pastoreo.

Para posibilitar el análisis conjunto de los rendimientos provenientes de distintas campañas y destinos del maíz (grano o silaje), se estimó el rendimiento relativo al Barbecho. Es decir, en cada año se calculó el cociente entre el rendimiento de la unidad experimental y el rendimiento del tratamiento Barbecho dentro del correspondiente bloque. Se ajustó la regresión entre el rendimiento relativo de

maíz y la producción de biomasa del CS, como así también la regresión entre el rendimiento relativo de maíz y la biomasa remanente del CS al final del pastoreo, utilizando el programa estadístico R. La regresión del rendimiento relativo de maíz con la producción de biomasa total del CS fue negativa y significativa ($P < 0,05$; Figura 1). Mientras que la regresión con la biomasa remanente del CS no fue significativa ($P > 0,05$).

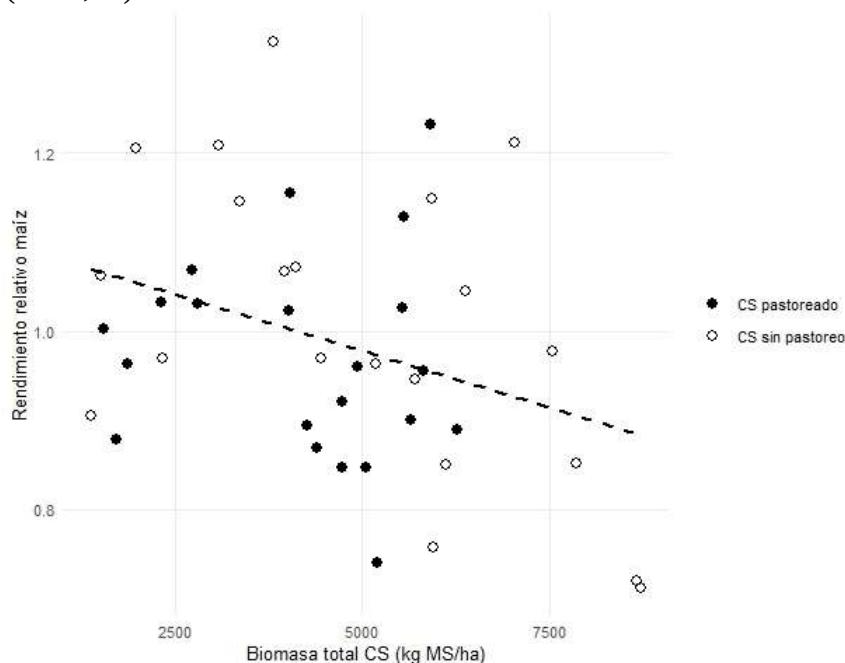


Figura 1: Regresión del rendimiento relativo de maíz (rendimiento de maíz sobre CS/rendimiento de maíz sobre barbecho) y la biomasa total producida del CS. $Y = 1,105 - 2,54 \times 10^{-5} X$ ($R^2 = 0,115$; $P = 0,028$).

Si bien se observó una disminución significativa del rendimiento relativo al aumentar la producción de biomasa de los CS, esta regresión solamente explicó el 11% de variabilidad, indicando que este efecto fue reducido en términos prácticos. En este sentido, los resultados sugieren que la producción de biomasa del CS con y sin pastoreo no constituye un factor perjudicial para la determinación del rendimiento del maíz sucesor en las condiciones evaluadas. A su vez, la ausencia de relación con la biomasa remanente refuerza la idea de que el pastoreo moderado, no genera efectos negativos sobre el rendimiento del maíz.

En conjunto, estos resultados aportan evidencia en línea con la posibilidad de integrar agricultura y ganadería mediante la inclusión de CS con pastoreo moderado como estrategia para intensificar las rotaciones y avanzar hacia sistemas más sustentables en el sur de Santa Fe.

Bibliografía

ALVAREZ, R.; STEINBACH, H.S.; DE PAEPE, J.L. (2017) Cover crop effects on soils and subsequent crops in the pampas: A meta-analysis. *Soil and Tillage Research*, 170, 53-65.

GALLI, J.R.; BENITEZ, F.; DEBONIS, M.; IANNI, D.; LEÓN, F. (2012) Estimación del rendimiento en maíz para silaje. Comunicación. *Revista Argentina de Producción Animal*, 32, 356.

PLANISICH, A.; UTSUMI, S.A.; LARRIPA, M.; GALLI, J.R. (2021) Grazing of cover crops in integrated crop-livestock systems. *Animal*, 15(1), 100054

SPADA, M.; CANGIANO, C. (1991) El uso del disco en la estimación de la fitomasa aérea: una comparación con otros métodos. *Revista Argentina de Producción Animal*, 11, 19-27.

Inversión térmica y viento, definición de ventanas seguras de aplicaciones terrestres en el sur de la provincia de Santa Fe (Argentina)

Dickie, María José^{1,2}; Barbero, Sacha¹

¹Cátedra de Agroclimatología, Facultad de Cs Agrarias. Universidad Nacional de Rosario (UNR). ²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

sachabarbero@gmail.com

La Inversión Térmica (IT) es un fenómeno atmosférico en el que el gradiente térmico normal se invierte. Es decir, cuando existe IT, la temperatura aumenta con la altitud en determinado estrato atmosférico (García *et al.*, 2012). En regiones agrícolas, genera estabilidad en la capa baja de la atmósfera, limitando la mezcla vertical del aire y aumentando el riesgo de deriva en aplicaciones de fitosanitarios. Barbero *et al.* (2020) detectaron IT nocturna diaria hasta los 10 m de altura y determinaron que se origina en la superficie antes del anochecer, asciende progresivamente y se disipa tras el amanecer. En el sur de la provincia de Santa Fe, existe escasa información aplicada para identificar con precisión los momentos seguros de pulverización. El objetivo del trabajo fue analizar la ocurrencia de IT y su relación con la velocidad del viento mediante el uso del número de Richardson (RI), con el fin de definir ventanas temporales óptimas para la aplicación terrestre de fitosanitarios. Se utilizaron datos de temperatura del aire a 0,1 m y 1,5 m, y velocidad del viento a 1,5 m, provenientes de la estación agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNR (33°01'S; 60°53'O; 50m), correspondientes a meses con condiciones atmosféricas contrastantes, representativos de las cuatro estaciones. Aunque el análisis comprende un único ciclo anual (2018-2019), estudios previos realizados en la misma región como Barbero *et al.* (2020) demostraron la ocurrencia de IT nocturnas durante todo el año, por lo que el presente trabajo se enfocó en caracterizar su relación con la velocidad del viento y la estabilidad atmosférica. La base de datos presenta una alta resolución temporal, construida a partir de registros cada 15 minutos, permitiendo una adecuada caracterización de la dinámica diaria de la IT. A partir de estos datos se determinó la ocurrencia de IT como diferencia positiva de temperatura entre niveles, y se calculó el RI como indicador de estabilidad atmosférica. Se consideraron condiciones aptas para la aplicación cuando el RI se ubicó entre 0 y 0,25. El RI se calculó con la siguiente ecuación:

$$RI = \frac{g}{T} \times \left(\frac{\Delta T}{U^2} \right)$$

donde:

- $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ (aceleración de la gravedad)
- T = temperatura media de la capa considerada (°K)
- ΔT diferencia de temperatura entre dos niveles (°K)
- U = velocidad del viento en la capa (en m/s)

Para ambas variables (IT y RI), se calcularon los promedios horarios mensuales y la estadística descriptiva estacional, con el objetivo de definir ventanas temporales que garanticen condiciones seguras para la aplicación.

Tabla 1. Horarios de inicio y fin de la inversión térmica (IT) expresado en horas y decimas de horas y de las condiciones atmosféricas aptas según el número de Richardson (RI) en la estación agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR), utilizando datos de un ciclo anual (2018-2019). DS: desvío estándar; CV: coeficiente de variación.

Variable	Estadística	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Anual
IT inicio (h)	Promedio	17,10	17,20	17,30	17,70	17,33
	DS	1,27	0,80	0,92	1,04	0,20
	CV (%)	7,00	5,00	5,00	6,00	1,00
IT fin (h)	Promedio	8,40	8,70	7,00	8,10	8,05
	DS	0,67	0,99	0,91	1,13	0,19
	CV (%)	8,00	11,00	13,00	14,00	2,00
RI inicio (h)	Promedio	20,40	19,10	15,44	21,04	19,00
	DS	1,17	1,11	1,34	0,92	0,17
	CV (%)	6,00	6,00	9,00	4,00	1,00
RI fin (h)	Promedio	8,20	8,24	8,30	6,00	7,69
	DS	0,84	1,23	0,97	1,25	0,20
	CV (%)	10,00	15,00	12,00	21,00	3,00

La Tabla 1 muestra que el inicio con IT ocurre antes que con RI en la mayoría de las estaciones, excepto en primavera (RI: 15,44 h vs IT: 17,30 h). El inicio de las condiciones aptas según el RI presentó una mayor variación estacional, adelantándose marcadamente en primavera con 15,44 h. Respecto a la finalización, la IT se disipa entre las 7,0 y 8,7 h, mientras que RI finaliza entre las 6,0 y 8,3 h. Los bajos CV observados en los horarios de inicio (4-9%) indican una elevada estabilidad diaria del comienzo de IT e RI, mientras que la finalización presenta una mayor variabilidad, especialmente para RI en verano (21%) que podría estar asociada a la influencia de la radiación solar y el aumento de la velocidad del viento al inicio del día. La IT se presentó diariamente en todas las estaciones, con mayor intensidad durante la noche y primeras horas de la mañana. El análisis horario evidenció que las condiciones más seguras para la aplicación, basadas solo en IT, se concentran de 8,00 a 17,30 h. Sin embargo, al incorporar el RI, se amplió la ventana de aplicación de 7,70 h a 19,00 h, debido a la integración del efecto del viento en la estabilidad atmosférica. Se observó que velocidades de viento inferiores a 3 km/h se asociaron a valores de RI superiores a 0,25, indicando condiciones estables no recomendadas para pulverizar. Se concluye que la incorporación del RI mejora la precisión en la determinación de momentos seguros de aplicación, superando el análisis basado solo en IT, aportando una herramienta objetiva para reducir riesgos de deriva, mejorar la eficiencia de las aplicaciones y minimizar impactos ambientales. Se destaca la necesidad de fortalecer la capacitación técnica en el uso de indicadores meteorológicos integrados para el ámbito productivo.

Bibliografía

- BARBERO, S.; DOVAL, T.; KISSLING, M.; LORENZATTI, T.; PENSATO, L.; RODRÍGUEZ, A.; YURUN, V.; JOZAMI, E. y CORONEL, A. (2020). Caracterización del fenómeno de inversión térmica en Zavalla. XIII Reunión Argentina y IX Latinoamericana de Agrometeorología (RALDA 2020), Paraná, Entre Ríos, Argentina.
- COSTANZO, M.; CARRANCIO, L.A. y MASSARO, R. (2019). Efectos del ambiente sobre la pulverización de plaguicidas. Conceptos básicos de micrometeorología agrícola. INTA EEA Oliveros. Para Mejorar la Producción, 58, 197-210.
- GARCÍA-GUADALUPE, M.E.; RAMÍREZ-SÁNCHEZ, H.U.; ULLOA GODÍNEZ, H.; ARIAS, S. y PÉREZ, A. (2012). Las inversiones térmicas y la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana de Guadalajara (México). Investigaciones Geográficas, 58, 9-29. DOI: 10.14198/INGEO2012.58.01.
- TEPPER, G. (2012). Weather essentials for pesticide application. Grains Research & Development Corporation

Análisis preliminar de la relación entre el Índice de Vegetación Radar (RVI) y el ratio de polarización VV/VH con índices de vegetación ópticos (NDVI, EVI) en función del estado de la cobertura vegetal

Ascolani, Federico, Santi, Juliana; Martin, Sara; Ascolani, Guillermo y Di Leo, Néstor Cristian

Cátedra de Teledetección Aplicada y Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

fedeascolani@gmail.com

El uso de imágenes derivadas de sensores de radar se propone como una alternativa a las imágenes ópticas en condiciones de nubosidad, debido a la capacidad de las microondas de atravesar las nubes (Kim y van Zyl, 2001). Se han postulado distintos índices espectrales de Radar de Apertura Sintética (SAR) para la caracterización de la cobertura vegetal. Entre los más utilizados se encuentran el Índice de Vegetación Radar (RVI) cuya ecuación es $RVI = 4 \cdot VH / (VV + VH)$, y la relación logarítmica de retrodispersión entre polarizaciones VV/VH, (Vreugdenhil et al., 2018), cuya expresión es $(Ratio \text{ de polarización } VV/VH = 10 \cdot \log_{10} (VV/VH))$. En ambos casos, VV corresponde a la retrodispersión obtenida mediante transmisión y recepción en polarización vertical (Vertical-Vertical), mientras que VH representa la transmisión en polarización vertical y recepción en polarización horizontal

(Vertical-Horizontal). El objetivo de este trabajo fue analizar la relación entre los índices de radar RVI y la relación logarítmica VV/VH con dos índices de vegetación ópticos ampliamente utilizados: Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y el Enhanced Vegetation Index (EVI), evaluando tanto la correlación global como la discriminada por tipo de cobertura vegetal en un área agrícola del sur de Santa Fe, Argentina. Para ello, se utilizaron imágenes Sentinel-1 SAR GRD: C-band Synthetic Aperture Radar Ground Range Detected, de la Agencia Espacial Europea (ESA), correspondiente a imágenes de Radar; y las imágenes ópticas de Sentinel 2, producto Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A (Surface Reflectance), cuya resolución espacial es de 10 y 20 metros, respectivamente. Como área de estudio se

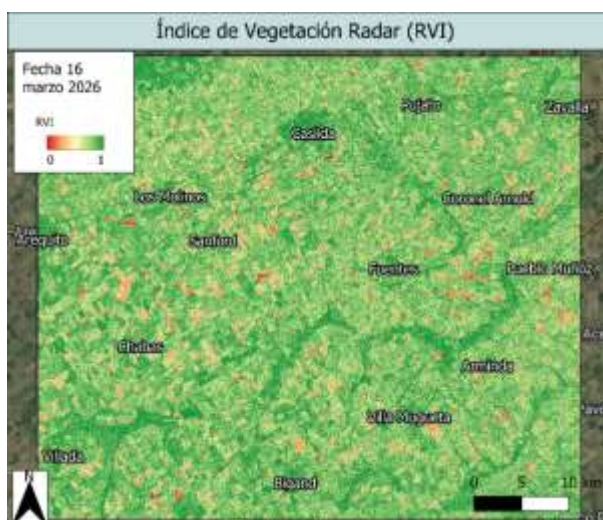


Figura 1: Área de Estudio e Índice de Vegetación Radar (16/3/2026)

seleccionó un área agrícola del sur de Santa Fe, Argentina, entre Casilda, Bigand, Arequito y Zavalla. Se seleccionaron las imágenes correspondientes al día 16 de marzo de 2026. En la figura 1 se muestra la zona de estudio, con el ejemplo de la correspondiente imagen del RVI, para la fecha de estudio. Utilizando la plataforma Google Earth Engine (GEE) se elaboró un script que permite obtener los cuatro índices espectrales elegidos. Mediante el software QGIS, se definieron 1000 unidades de muestreo de cobertura homogénea distribuidas de manera aleatoria en el área de estudio cuya forma y tamaño corresponden a polígonos cuadrados de 60 por 60 metros. Las coberturas consideradas fueron Soja y Maíz; casi a madurez comercial y Vegetación Verde, generadas en base a interpretación visual de las imágenes Sentinel-2. Posteriormente, para cada unidad de muestreo, se calculó el valor medio de los índices. Finalmente, se evaluó el coeficiente de determinación (R^2) entre los índices SAR (RVI y relación logarítmica VH/VV) y los índices ópticos, tanto a nivel global como discriminado por tipo de cobertura. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla (Tabla 1):

Tabla 1: Valores de R^2 obtenidos entre índices SAR y ópticos en análisis global y por cobertura.

Clase de Análisis	Índice SAR	R^2 con NDVI	R^2 con EVI
Global	RVI	0.3519	0.2997
	VH/VV	0.3896	0.3395
Soja	RVI	0.1528	0.1750
	VH/VV	0.1247	0.1514
Maíz	RVI	0.1018	0.1156
	VH/VV	0.1001	0.1103
Vegetación Verde	RVI	0.1323	0.1214
	VH/VV	0.1348	0.1240

Primero, el NDVI y el EVI presentan valores muy bajos y con escasa variabilidad espacial (típicamente entre -0,1 y 0,1), mientras que los índices SAR (RVI y ratio VV/VH) muestran un rango dinámico más amplio debido a diferencias en la humedad edáfica superficial, la rugosidad a microescala y el ángulo de incidencia local. Esta falta de un rango de variación común entre ambas

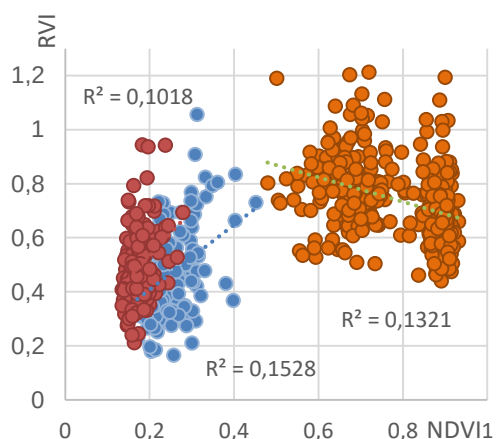


Figura 2: Relación entre RVI y NDVI. soja (azul), maíz (naranja) y vegetación verde (verde).

Los resultados evidencian correlaciones globales bajas a moderadas entre los índices SAR (RVI y ratio VV/VH) y los índices ópticos NDVI y EVI ($R^2 \leq 0,39$). Sin embargo, al discriminar por tipo de cobertura, los R^2 intraclase caen a valores de 0,10-0,17, lo que sugiere que la correlación global refleja principalmente las diferencias entre tipos de cobertura más que una relación lineal homogénea al interior de cada clase. En la figura 2 se muestra como ejemplo, la relación entre el RVI y el NDVI para las coberturas estudiadas. En las coberturas de baja biomasa aérea (soja y maíz), las correlaciones extremadamente bajas ($R^2 \sim 0,10$ -0,15) pueden atribuirse a dos factores:

Segundo, la heterogeneidad dentro de las unidades de muestreo de 60×60 m es frecuente en estos cultivos, donde se mezclan rastros, suelo desnudo y sombras. Dicha mezcla afecta de manera diferencial a la señal óptica (dominada por el suelo) y a la señal radar (influenciada por la rugosidad y la humedad), que podría estar afectando a la correlación lineal. En el caso particular de la vegetación verde, los bajos valores de correlación R^2 observados ($R^2 \sim 0,13$) pueden deberse a que, mientras que el NDVI y el EVI alcanzan rápidamente un valor asintótico de saturación en condiciones de alta biomasa, los índices SAR en banda C (RVI y ratio VV/VH) continúan variando en respuesta a cambios en la estructura del dosel, como la orientación foliar, la densidad de tallos, y pudiendo

modificar sus valores también por el contenido de agua. En conclusión, los índices SAR evaluados no constituyen un reemplazo directo de los índices ópticos NDVI y EVI, sino que aportan información complementaria para el monitoreo de coberturas vegetales. En futuros estudios se propone agregar más categorías de cobertura y, además, sería de interés repetir el análisis a lo largo de un ciclo agrícola completo a fin de evaluar la estacionalidad de las correlaciones. Por último, se plantea la necesidad de realizar validación a campo e incorporar variables adicionales como la humedad del suelo.

Bibliografía

KIM, Y. y VAN ZYL, J. (2001) Comparison of forest parameter estimation techniques using SAR data. Proc. IGARSS 2001, vol. 3, pp. 1395–1397, 9–13.

VREUGDENHIL, M.; WAGNER, W.; BAUER-MARSCHALLINGER, B.; PFEIL, I.; TEUBNER, L.; RÜDIGER, C.; STRAUSS, P. (2018) Sensitivity of Sentinel-1 Backscatter to Vegetation Dynamics: An Austrian Case Study. *Remote Sensing*, 10(9), 1396

Manejo del riego en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) y su efecto sobre el rendimiento y la productividad del agua en La Araucanía, Chile

Beluzán, Francisco; López-Olivari, Rafael

Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA-Carillanca, Vilcún, Chile.

francisco.beluzan@inia.cl

El cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) representa una alternativa hortícola relevante en la Región de La Araucanía debido a su adaptabilidad a condiciones de clima templado y su estabilidad productiva. Sin embargo, su sistema radical poco profundo lo hace altamente dependiente de una adecuada disponibilidad hídrica, lo que plantea la necesidad de optimizar el manejo del riego en un contexto de creciente variabilidad en la disponibilidad de agua. Diversos estudios han señalado que este cultivo presenta una alta sensibilidad al déficit hídrico, especialmente durante las etapas de crecimiento vegetativo y formación de la pella (López-Urrea et al., 2009; Elshikha et al., 2025). En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de distintos niveles de reposición hídrica sobre el rendimiento, crecimiento y productividad del agua en el cultivo de brócoli. El ensayo se estableció al aire libre durante la temporada 2025 en el Centro Regional de Investigación INIA Carillanca, utilizando el cultivar 'Avenger', trasplantado en enero y cosechado en abril. El experimento se realizó sobre un suelo franco limoso, utilizando agua proveniente de un canal de regadío. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, donde la unidad experimental correspondió a una planta de brócoli. Se evaluaron cuatro tratamientos de riego correspondientes al 50%, 75%, 100% y 150% de la lámina de riego de referencia, definidos en base a las propiedades físico-hídricas del suelo, la estimación de la evapotranspiración del cultivo y la lluvia efectiva, siguiendo metodologías ampliamente utilizadas para el cálculo de requerimientos hídricos (Pereira et al., 2025). La frecuencia de riego fue ajustada mediante el monitoreo continuo de la humedad volumétrica del suelo, aplicándose un total de 21 eventos de riego durante el ciclo del cultivo, con láminas acumuladas que fluctuaron entre aproximadamente 120 y 284 mm de agua total aplicada (riego + lluvia efectiva). Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANDEVA) utilizando Statgraphics Centurion XVI.

Al momento de la cosecha se evaluaron variables relacionadas con el crecimiento y rendimiento del cultivo, incluyendo longitud de raíz, peso fresco de pella, peso fresco de hojas, diámetro de pella en distintos momentos del desarrollo, peso seco de pella y productividad del agua, definida como la cantidad de biomasa seca producida por unidad de agua aplicada. Los resultados evidenciaron que el tratamiento con 75% de reposición hídrica presentó los mayores valores de peso fresco de pella y biomasa foliar, superando incluso al tratamiento con riego completo (100%), lo que sugiere que niveles intermedios de disponibilidad hídrica permiten maximizar la eficiencia fisiológica del cultivo sin comprometer el rendimiento. En contraste, el tratamiento con 50% mostró una reducción significativa en el tamaño y peso de la pella, evidenciando los efectos limitantes del déficit hídrico severo sobre el desarrollo del cultivo.

Por su parte, el tratamiento con 150% de reposición hídrica presentó una disminución en el desarrollo del sistema radical, lo que podría estar asociado a una menor necesidad de exploración del suelo bajo condiciones de alta disponibilidad de agua, fenómeno descrito previamente en estudios de asignación de biomasa en raíces (Franco et al., 2020). Asimismo, el exceso hídrico no generó beneficios productivos adicionales, lo que sugiere efectos negativos asociados a condiciones de menor aireación del suelo. En términos de crecimiento dinámico, el diámetro de la pella mostró una tendencia creciente en todos los tratamientos; sin embargo, el tratamiento con 50% evidenció un retraso en su desarrollo en etapas cercanas a la cosecha.

En relación con la productividad del agua (Fig. 1), los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos, destacando el tratamiento con 50% de reposición hídrica por presentar los mayores

valores de eficiencia en el uso del agua. No obstante, esta mayor eficiencia se logró a expensas de una reducción considerable en el rendimiento, lo que limita su aplicabilidad en sistemas comerciales. En contraste, el tratamiento con 75% permitió alcanzar un equilibrio adecuado entre productividad y eficiencia hídrica, superando al riego completo y evitando las pérdidas observadas bajo condiciones de sobre riego.

En conjunto, los resultados indican que la aplicación de estrategias de riego deficitario moderado permite optimizar el uso del recurso hídrico, reducir costos de producción y mantener niveles adecuados de rendimiento y calidad en el cultivo de brócoli, constituyendo una alternativa viable para sistemas hortícolas en escenarios de creciente restricción hídrica en el sur de Chile.

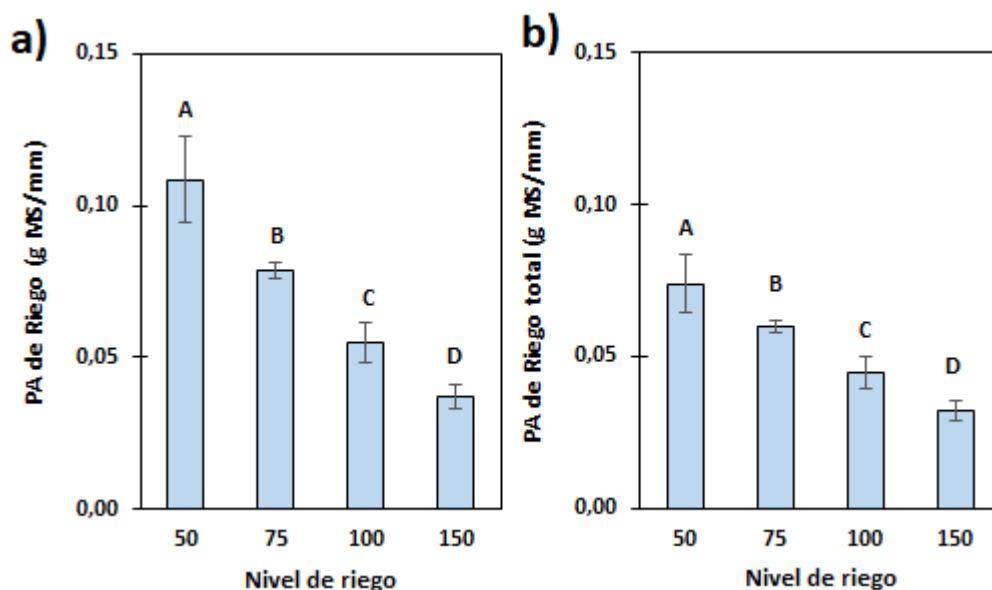


Figura 1. Productividad del agua de riego (a) y del agua total (riego + lluvia efectiva) (b), expresada como gramos de materia seca de pella por unidad de agua aplicada, en un cultivo de brócoli cv. 'Avenger'. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según ANDEVA (p-valor $\leq 0,001$).

Bibliografía

- ELSHIKHA, D. E.; ATTALAH, S.; WALLER, P.; HUNSAKER, D.; SANYAL, D.; SANCHEZ, C.; NORTON, R.; ALSHRAAH, S.; SINGH, B.; THORP, K. R.; WILLIAMS, C.; MOSTAFA, A.; ORR, E.; EL SADEK, E. A. (2025) Optimizing Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) Yield and Water Productivity in Arizona. University of Arizona Cooperative Extension, Bulletin AZ2123.
- FRANCO, A. L. C.; GHERARDI, L. A.; DE TOMASEL, C. M.; ANDRIUZZI, W. S.; ANKROM, K. E.; BACH, E. M.; GUAN, P.; SALA, O. E.; WALL, D. H. (2020) Root herbivory controls the effects of water availability on the partitioning between above- and below-ground grass biomass. *Functional Ecology*, 34(11), 2403–2410.
- LÓPEZ-URREA, R.; MONTORO, A.; LÓPEZ-FUSTER, P.; FERERES, E. (2009) Evapotranspiration and responses to irrigation of broccoli. *Agricultural Water Management*, 96(7), 1155–1161.
- PEREIRA, L.; ALLEN, R.; PAREDES, P.; LÓPEZ-URREA, R.; RAES, D.; SMITH, M.; KILIC, M.; SALMAN, M. (2025) Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56 Rev.1. Rome, FAO.

Dinámica de la postura en avicultura alternativa: impacto de las épocas del año en el desempeño biológico

Cardaci, Paola Patricia¹; Aventín Moretti, Agustina¹; Gazovic, Paula¹; Tammaro M. Belén²; Benavidez, Ernesto³; Albo, Graciela⁴; Ferrando Noelia⁵

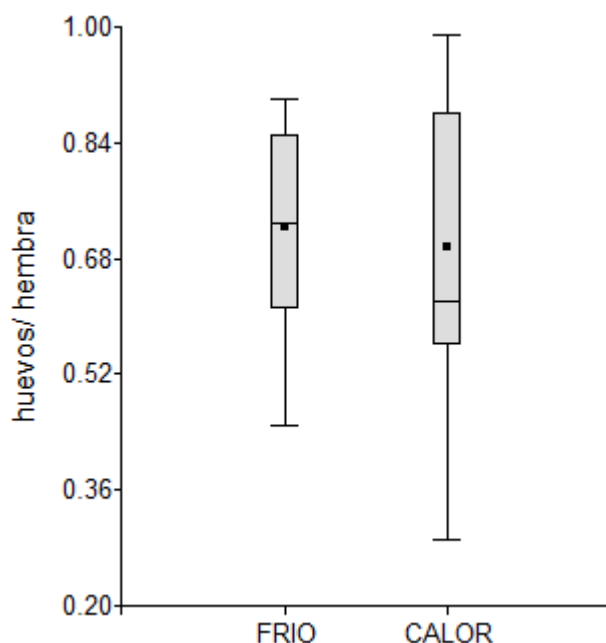
¹Producción de Aves y Pilíferos, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata (UNLP); ²Química Orgánica y Biológica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ); ³Sociología y Extensión Rural, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES); ⁵Cálculo Estadístico y Biometría, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAYF UNLP); ⁴Producción Apícola, Porcina y Avícola, FCAYF, UNLP. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

pcardaci@fcv.unlp.edu.ar

En los últimos años, en Argentina, al igual que en otros países de la región, el sector avícola de producción de huevos de consumo ha mostrado aumento en la tendencia de movimientos hacia los sistemas alternativos en suelo, aviarios y otros similares libres de jaula, esto está relacionado a un incremento en las tendencias de los consumidores respecto a la valoración de los alimentos más naturales, que aseguren el bienestar de los animales, dentro del marco agroecológico y sustentable. El huevo es una fuente de proteína animal de alto valor nutricional y su consumo en nuestro país se ha elevado considerablemente, posicionándonos en la actualidad como el primer consumidor a nivel mundial (398 huevos/habitante/año) (Cámara Argentina de Productores Avícolas, CAPIA 2026). Estos sistemas presentan desafíos específicos vinculados al ambiente, especialmente en relación con las variaciones estacionales de temperatura, fotoperiodo y disponibilidad de recursos forrajeros en aquellos con acceso a pastoreo. En gallinas ponedoras (especie *Gallus gallus domesticus*), tanto el fotoperiodo como la temperatura constituyen factores capaces de influir sobre la actividad reproductiva y el desempeño productivo, por lo que resulta de interés evaluar en qué medida las variaciones estacionales se reflejan en la producción de huevos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las diferencias en la cantidad de huevos por hembra alojada entre los meses de invierno y verano en un sistema de producción alternativa. El estudio se realizó en una granja perteneciente a la Cooperativa de Trabajo Agroalimentario CooBiagro, ubicada en la localidad de El Pato, partido de Berazategui, provincia de Buenos Aires, Argentina. Se analizaron dos lotes de ponedoras Lohmann Brown, de 800 gallinas cada uno, de entre 59 y 95 semanas de vida, denominados Lote 6, galpón 1 y Lote 4, galpón 2. Ambos galpones son estructuras de tipo manual, con laterales de alambrado cubiertos por cortinas plastilleras móviles, piso de tierra y cama constituida por viruta, ubicados en paralelo uno de otro con las distancias reglamentarias entre sí. Cada galpón posee una densidad de alojamiento de 5 aves/m², con sistema de salida a pastoreo diario a partir de las 15:00 h, luego de la postura (mayoritariamente entre las 07:00-15:00 h) y el consumo principal de alimento balanceado, pelletizado ad libitum, formulado para la etapa productiva correspondiente. El pastoreo se realizaba sobre mezclas naturales y espontáneas de forrajes, manejadas en sistema rotativo, con una carga de 4 m² por ave, cercadas con alambrado pajarero tipo olímpico y cubiertas con media sombra para limitar el contacto con aves silvestres. Asimismo, se disponía de árboles y arbustos que proporcionan sombra natural durante los meses cálidos. Las instalaciones se complementaban con comederos tolva, bebederos niple, tanque de reserva de agua, perchas para enriquecimiento ambiental, sistema de riego interno por microgota y externo por macrogota, ventiladores eléctricos de techo para control térmico, iluminación artificial programada mediante timer automático, con 16 h de luz, entre natural y la artificial, durante toda la etapa productiva (Lohmann Breeders 2022) y nidales metálicos acondicionados con viruta limpia. La recolección de huevos se realizaba 4 veces al día. El análisis estadístico de ambos lotes en las distintas condiciones arrojó un promedio de 0.69 ± 0.18 huevos/ave en condiciones cálidas, mientras que para condiciones frías estos valores fueron de 0.72 ± 0.13 huevos/ave. La variabilidad de cada galpón fue de 26 y 18% respectivamente, evidenciando una mayor dispersión de datos para la condición cálida, tal como queda representado en el siguiente gráfico box-plot. Se observó que el 50% de los datos centrales, no presentó diferencias aparentes, con un rango intercuartílico similar (0.24-0.32), mientras que la mayor variabilidad se encontró al analizar el rango global representando el calor una proporción 35% mayor en lo que al rango refiere (0.70 calor vs 0.45 frío). Debido a la propia naturaleza de los datos y su recolección,

se testeó la homogeneidad de los mismos con el test de Levene y al no cumplirse dicho supuesto se procedió a analizarlos mediante la prueba no paramétrica de Wilcoxon para dos muestras independientes y obteniendo como resultado que ambas condiciones no presentan diferencias estadísticamente significativas en lo que respecta a sus medianas (calor: 0.62 vs frío:0.63; $W=30212.5$; $p=0.6761$) (Gráfico 1).

Gráfico 1: huevos por hembra versus épocas del año



La ausencia de diferencias estadísticamente significativas sugiere que, en las condiciones evaluadas, la estacionalidad no modificó la producción de huevos por ave alojada. Esto podría explicarse por el efecto amortiguador del manejo integral del sistema, incluyendo la suplementación lumínica, la ventilación, la provisión de sombra, el acceso regulado al pastoreo y la alimentación balanceada. Sin embargo, la mayor dispersión observada en la condición cálida podría indicar una respuesta productiva menos homogénea frente a temperaturas elevadas. En este sentido, la estabilidad productiva observada respondería a la interacción entre el potencial genético de las aves y las condiciones de manejo implementadas, más que a un efecto aislado de la época del año. En las condiciones del presente estudio, la época del año no produjo diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de huevos por ave alojada. No obstante, la mayor variabilidad registrada en condiciones cálidas sugiere un posible efecto del ambiente sobre la uniformidad de la respuesta productiva. Se concluye que, en sistemas alternativos, la estabilidad de la postura dependería no solo del potencial genético de las aves, sino también del manejo integral del sistema.

Bibliografía.

CÁMARA ARGENTINA DE PRODUCTORES E INDUSTRIALIZADORES AVÍCOLAS (CAPIA) (2026).

<https://capia.com.ar/>. capiainforma@capia.com.ar

LOHMANN BREEDERS (2022) Guía de manejo para sistemas alternativos. https://lohmann-breeders.com/files/downloads/MG/eGuides/Alternative/Spanish/LB_eMG_Alternative%20Haltung_Printversion_ESP_06.21_V01-22_low.pdf

KIM, D. H., SONG, J. Y., PARK, J., KWON, B. Y., LEE, K. W (2023). The effect of low temperature on laying performance and physiological stress responses in laying hens. *Animals*, 13(24), 3824. <https://doi.org/10.3390/ani13243824>

Selección de índices espectrales óptimos mediante XGBoost-SHAP: un enfoque interpretable para el pronóstico del rendimiento de soja con sensores a bordo de RPAS

Di Leo, Néstor Cristian; Ascolani, Federico; Santi, Juliana; Martín, Sara Berenice

Cátedra de Teledetección Aplicada y Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

ndileo@unr.edu.ar

El rendimiento de los cultivos es un fenómeno complejo determinado por la interacción de múltiples factores genéticos, ambientales y de manejo. La estimación precisa de este atributo resulta fundamental para la toma de decisiones en agricultura de precisión, especialmente en un contexto de creciente demanda de alimentos y necesidad de optimizar el uso de insumos. La estimación y/o predicción del rendimiento de los cultivos es una motivación de larga data en el ámbito del sensoramiento remoto. En esta tarea se han probado distintas opciones, una de las más frecuentes y efectivas es a través de índices espectrales calculados a partir de las bandas discretas de imágenes captadas en períodos singulares del crecimiento y desarrollo de los cultivos (Li *et al.*, 2023). Sin embargo, a nivel de las herramientas de modelización que se aplican a estos índices espectrales, muchas de ellas funcionan como "cajas negras", ofreciendo alta precisión pero baja transparencia respecto de los mecanismos subyacentes que vinculan a los índices con la estimación del rendimiento final del cultivo. Esta falta de "explicabilidad" o interpretabilidad incomoda, ya que las ciencias agronómicas requieren no solo predicciones precisas, sino también comprensión de las relaciones funcionales que subyacen a esas predicciones. En este contexto, el aprendizaje automático interpretable ha emergido como una aproximación interesante para abordar esta limitación. La combinación de algoritmos de *gradient boosting*, como XGBoost, con técnicas de explicabilidad post-hoc como SHAP (SHapley Additive exPlanations), permite no solo predecir el rendimiento a partir de múltiples índices espectrales, sino también descomponer la contribución de cada variable predictora y visualizar las relaciones no lineales que se establecen entre ellas y la variable respuesta (Wang *et al.*, 2025). El presente trabajo aplica un enfoque de modelado no lineal e interpretable para predecir el rendimiento de soja (*Glycine max* L. Merr.), a partir de 27 índices espectrales derivados de un ortomosaico multispectral obtenido a partir de fotogramas adquiridos con un RPAS, con el objetivo adicional de extraer umbrales operativos que informen sobre los rangos de validez de estos índices en la estimación de rendimiento en soja.

Los datos de rendimiento fueron captados en un lote de 15,05 ha en Zavalla - Argentina (Figura 1), por una cosechadora combinada con monitor de rendimiento y D-GSNN por corrección satelital en abril de 2024. El 5 de febrero del mismo año se efectuó un vuelo con el RPAS marca eBee, modelo SQ, en un estadio fenológico correspondiente a R5. En el software Pix4D Mapper se resolvieron los ortomosaicos para cada una de las cuatro bandas espectrales previa calibración radiométrica empleando panel de calibración en tierra. Los 3238 datos puntuales de rendimiento fueron relacionados con los

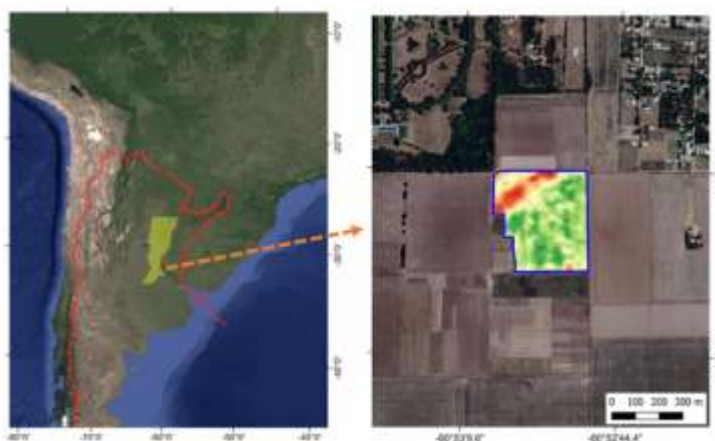


Figura 1: Ubicación del lote en estudio

valores de reflectancia de las bandas espectrales empleando un buffer de 50 cm de radio. Este dataset fue posteriormente dividido al azar en proporciones 3:1 para *training* y *testing* respectivamente.

El modelo XGBoost, optimizado mediante *randomized search*, alcanzó un R^2 de 0,88 en el conjunto de entrenamiento, indicando una alta capacidad de ajuste a los datos utilizados durante la fase de aprendizaje. El análisis de importancia global mediante SHAP (Figura 2) posicionó a OSAVI como el índice de mayor contribución predictiva (0,160), seguido por EVI2 (0,082) y TVI (0,066). En contraste PSRI, a pesar de encontrarse arriba en el ranking, mostró una correlación casi nula con el rendimiento (-0,064), sugiriendo una relación no lineal que el modelo XGBoost logra capturar. El análisis de variabilidad de los valores SHAP (Figura 3) indicó que OSAVI y TVI exhiben las mayores desviaciones estándar (0,189 y 0,108 respectivamente), reflejando una influencia heterogénea sobre el rendimiento a lo largo de su rango de valores.

La combinación de XGBoost con SHAP muestra ser una herramienta eficaz para la selección objetiva de índices espectrales para la estimación del rendimiento de soja, al permitir identificar aquellos con mayor contribución predictiva más allá de las correlaciones lineales tradicionales. El análisis de importancia global permitió jerarquizar un conjunto inicial de 27 índices a unos seis (OSAVI, EVI2, TVI, PSRI, NIRv y MTVI) que concentran más de la mitad (57%) del poder explicativo del modelo, simplificando así futuras aplicaciones operativas. Asimismo, la capacidad de SHAP para descomponer la contribución de cada índice a nivel local y detectar relaciones no lineales (como las observadas en OSAVI y PSRI) proporciona criterios cuantitativos más robustos, superando las limitaciones de los enfoques basados exclusivamente en correlaciones lineales.

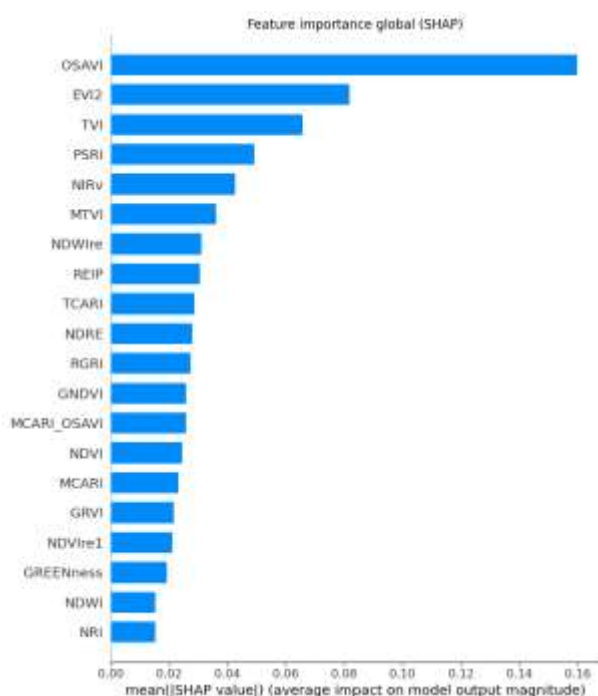


Figura 2: Valores SHAP por cada índice espectral

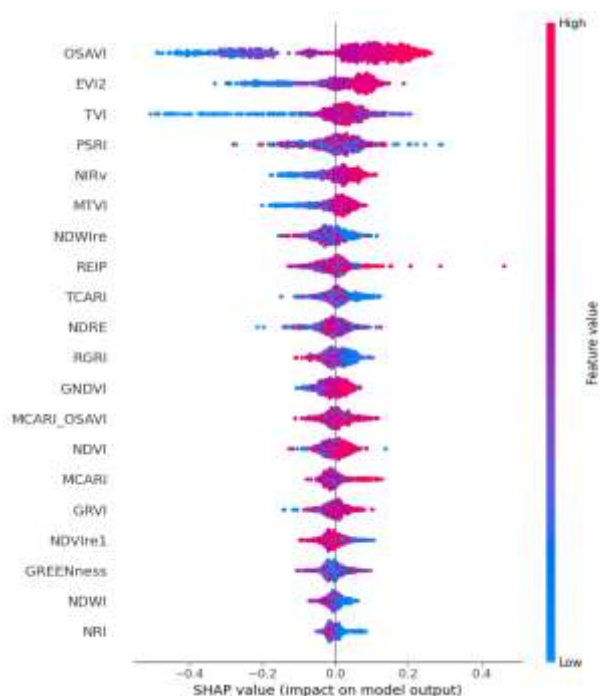


Figura 3: Variabilidad y signo de los valores SHAP

Bibliografía

- LI, Y., ZENG, H., ZHANG, M., WU, B., ZHAO, Y., YAO, X., CHENG, T., QIN, X., y WU, F. (2023). A county-level soybean yield prediction framework coupled with XGBoost and multidimensional feature engineering. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 118, 103271. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2023.103271>
- WANG, Y., WANG, P., TANSEY, K., LIU, J., DELANEY, B., y QUAN, W. (2024). An interpretable approach combining Shapley additive explanations and LightGBM based on data augmentation for improving wheat yield estimates. *Computers and Electronics in Agriculture*, 227, 114194. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.114194>.

Análisis de la sustentabilidad socioeconómica de sistemas lecheros del sur de Santa Fe

Larripa, Marcelo¹; Dichio, Luciana²

¹Cátedra de Nutrición Animal, ²Cátedra Sistemas de Producción Animal Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario

MLarripa1@gmail.com

El poder analizar los sistemas de producción lechera regionales bajo el enfoque de la sustentabilidad adquiere relevancia ya que los mismos han transitado diversas transformaciones ante la gran agriculturización que se viene dando en las últimas décadas. Los tambos debieron sufrir un proceso de adaptación, expresado esto en la incorporación de nuevas tecnologías tanto de procesos como de insumos (Alvarez y otros, 2008), debiéndose considerar como esto también ha afectado la sustentabilidad de los mismos desde la década de los 80' (Larripa y otros 2013). Estos cambios han sido acompañados de la necesidad de incrementar también el nivel de capacitación de la mano de obra empleada, la adopción de un paquete tecnológico adecuado a las nuevas exigencias de producción, incorporando aspectos a considerar como el manejo de efluentes, el uso adecuado de los recursos y la mejora en la calidad de vida entre otros. El objetivo del presente trabajo fue estudiar y analizar específicamente los niveles de la sustentabilidad socio-económica que caracteriza dichos tambos utilizando indicadores elaborados a tal fin. Se utilizó como fuentes de información los relevamientos de diferentes explotaciones tamberas del sur de Santa Fe realizado por alumnos que cursan la asignatura Sistemas de Producción Animal, en el marco de un trabajo de campo con metodología de taller incluido en el programa de dicha materia. Se relevaron 10 explotaciones tamberas de la zona de influencia de la facultad. La información de carácter socio-económico específicamente se analizó utilizando técnicas cualitativas y cuantitativas. Los indicadores socioeconómicos fueron contruidos en función de la información relevada tratando de poder identificar las características deseadas. No obstante, lo más importante fue poder seleccionar de ellos los que reflejan y, por medio de los cuales, se pudo diagnosticar posibles causas de su permanencia o desaparición como sistemas productivos (Larripa y otros, 2013). Los indicadores mencionados son Gestión tecnológica (GT); Gestión comercial (GC); Participación productiva (PP); Grado de diversificación productiva (DP); Nivel de asesoramiento (NA); Tipo de mano de obra (MO); Grado de capacitación productiva del productor (CPR); Grado de capacitación productiva del personal (CP); Acceso a la educación del empleado (AEE); Acceso a la educación del productor (AEP); Calidad de vida del entorno (CE); Habitabilidad (H); Protección de la salud del personal (PS); Percepción del productor en lo que a su calidad de vida se refiere (CVP); Percepción de la familia tampera en lo que a su calidad de vida se refiere (CVF); 16- Tipo de tenencia de la tierra y tamaño de la unidad productiva (TT) y Sucesión en la actividad (ST). Los mismos tienen una valoración entre 1 (menos sustentable) y 5 (más sustentable) siendo la caracterización de cada establecimiento muy dependiente de la subjetividad del evaluador, lo cual se trató de unificar organizando talleres de discusión en los cuales se debatió y se llegó a establecer los criterios comunes a considerar para cada indicador. Luego de analizado cada uno de los indicadores, se determinó el Índice de Sustentabilidad General (ISG) que es un valor promedio para los establecimientos analizados en este trabajo. En el cuadro 1 podemos determinar que la calidad de vida y la habitabilidad poseen valores sobresalientes, destacar también que el tipo de mano de obra en su gran mayoría es asalariada y hay una alta participación de la familia tampera en las diferentes tareas. Es de considerar, del mismo modo, el nivel de asesoramiento por diferentes profesionales es en la mayoría de los casos de forma permanente y con regularidad. También de esta caracterización se puede destacar que el sistema de producción tampera, en general para la zona en estudio, corresponde a procesos productivos de integración agrícola-ganadera, con una importante incorporación de tecnología y, en la mayoría de los casos, la búsqueda de estrategias

de asociación con otros productores en busca de maximizar sus resultados. Se demuestra también que el trabajador tambero no tiene el nivel de capacitación que requieren en la actualidad los sistemas lecheros, para estar acorde con la incorporación de tecnología de insumos y procesos necesaria para poder ser competitivos y estables.

CUADRO 1: Valores promedio de los diferentes indicadores socio-económicos (n=10)

INDICADOR	FINAL
Gestión Tecnológica (GT)	3,8
Gestión Comercial (GC)	2,9
Participación Productiva (PP)	2,8
Grado de Diversificación Productiva (DP)	2,9
Asesoramiento (NA)	4,2
Tipo de Mano de Obra (MO)	4,3
Grado de Capacitación productiva (CPR)	4,0
Grado de Capacitación productiva del personal (CP)	3,1
Acceso a la educación del empleado (AEE)	3,7
Acceso a la educación del productor (AEP)	4,1
Calidad de Vida (CE)	4,8
Habitabilidad (H)	4,9
Protección de la Salud del Personal (PS)	4,7
Percepción del productor en Calidad de vida (CVP)	4,7
Percepción en la familia tampera de la calidad de vida (CVF)	4,5
Tenencia y Tamaño de la Tierra (TT)	4,2
Sucesión en la Actividad (ST)	4,2
ISG	4,01

*5: Muy Favorable; 4: Favorable; 3: Medio; 2: Desfavorable; 1: Muy Desfavorable

* Surge como un promedio de todos los anteriores

Se puede concluir que el poder analizar sistemas de producción bajo un enfoque sustentable nos permite poder realizar una caracterización completa y abarcativa en este caso de los sistemas lecheros regionales, de los cuales solamente teníamos una visión más sesgada a lo productivo. En general se observa que todo lo relacionado a la gestión por parte del productor al igual que la capacitación, si bien no presentan valores bajos, son aspectos que se debería trabajar, recurriendo a la organización de talleres o cursos a través de programas de extensión. Si bien para el grupo de tambos caracterizados mediante la utilización de los indicadores para analizar la dimensión socio-económica, el ISG resulta favorable, es necesario que instituciones como la Facultad de Ciencias Agrarias o el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) por ejemplo, articulen esfuerzos para promover actividades que fortalezcan estos tipos de producciones cuyo arraigo y permanencia hacen también a la sustentabilidad regional. El contar con proyectos y una planificación estatal de mejora en lo que se refiere a conectividad, vías de accesos, infraestructura en general, seguramente motivarán a nuevas generaciones de productores a continuar con esta actividad que sus antepasados iniciaron y sirvieron para poblar esta zona de la región pampeana argentina.

Bibliografía:

ALVAREZ, H.J.; PECE, M.A.; ALBANESI, R.; DICHIO, L., LARRIPA, M.J; MANCINI, C.; VIGNA, C. y TROBBIANI, Y. (2008). Caracterización de un grupo de pequeños tambos familiares del sur de la Provincia de Santa Fe, Argentina: diagnóstico y propuestas tecnológicas. IV Congreso Internacional de la Red SIAL (Sistemas Agroalimentarios Localizados): ALFATER 2008 (Alimentación, Agricultura Familiar y Territorio). 23 pp.

LARRIPA, M. (2013). "Sustentabilidad socio-económica de sistemas lecheros del sur de Santa Fe: una evaluación de la década de los 80". VIII Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales. Fac. Cs. Económicas UBA.

Relación entre la digestibilidad de la materia seca *in vitro* e *in situ* de alimentos para rumiantes

Villalba, Clarisa Victoria¹; Pozo, Claudio Antonio^{1,2}; Jaurena, Gustavo³; Kozloski, Gilberto Vilmar⁴

¹Facultad de Recursos Naturales, Universidad Nacional de Formosa; ²Centro de Investigaciones y Transferencia de Formosa, CONICET, Formosa, Argentina. ³Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina. ⁴Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

victoriavillalba2025@gmail.com

La digestibilidad es uno de los principales criterios para estimar el valor nutritivo de los alimentos para rumiantes. Aunque la digestibilidad *in vivo* es el método de referencia, su alto costo y complejidad limitan su uso rutinario. Por ello, se desarrollaron métodos de digestibilidad *in vitro* que permiten analizar simultáneamente un gran número de muestras. Sin embargo, estos métodos requieren manipulación de inóculo ruminal, preparación del medio de incubación y equipamiento específico para la incubación de las muestras. Como alternativa más simple, Van Soest (1994) propuso incubar las muestras directamente en el rumen de animales fistulados (*in situ*), aunque este procedimiento no ha sido adecuadamente evaluado. El objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre las estimaciones de digestibilidad *in vitro* e *in situ*.

Se seleccionaron doce alimentos para el estudio, incluidos siete voluminosos: alfalfa (*Medicago sativa*), avena negra (*Avena strigosa*), bagazo de uva, pasto aruana (*Megathyrus maximus*), pasto bermuda (*Cynodon dactylon*), pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum*) y raigrás (*Lolium multiflorum*); y cinco concentrados: grano de avena blanca (*Avena sativa*), grano de maíz (*Zea mays*), grano de arroz con cáscara (*Oryza sativa*), gluten feed de maíz, y harina de soja. Las muestras se secaron a 55 °C durante 48 horas y cada muestra se dividió en dos submuestras, que se molieron a 1 o 2 mm. Aproximadamente 0,5 g de muestra de cada alimento y tamaño de partícula (1 o 2 mm) se pesaron por triplicado en bolsas de poliéster de 5 × 5 cm, con porosidad de 25 o 50 µm. Las muestras se incubaron durante 48 horas, ya sea *in vitro* o *in situ*, en un diseño factorial 2 × 2 × 2 (método de incubación × porosidad de bolsa × tamaño de molienda), en tres corridas independientes consecutivas, totalizando 864 bolsas. La incubación *in vitro* se realizó utilizando líquido ruminal, mientras que la incubación *in situ* se llevó a cabo directamente en el rumen de un novillo canulado (650 kg de peso vivo), pastoreando raigrás y suplementado con concentrado comercial (12% de proteína bruta) al 0,5% de su peso vivo. Debido a la capacidad limitada del fermentador *in vitro*, las muestras se incubaron en dos corridas consecutivas consideradas como una única corrida experimental y realizadas en paralelo con las incubaciones *in situ* para mantener condiciones comparables entre métodos. Para los ensayos *in vitro*, el líquido ruminal se recolectó del novillo canulado mediante una bomba de vacío poco antes del inicio de la incubación. El fluido se filtró a través de dos capas de gasa y se mantuvo bajo flujo continuo de dióxido de carbono (CO₂) en un baño María a 39 °C hasta su uso. Las bolsas con las muestras se colocaron aleatoriamente en los frascos del fermentador *in vitro*, con distribución equitativa entre frascos (21 y 15 bolsas por frasco para voluminosos y concentrados, respectivamente). Posteriormente, se mezclaron 1600 ml de solución tampón con 400 ml de inóculo ruminal filtrado y se añadieron a cada frasco. Se insufló CO₂ en el espacio de cabeza de cada frasco, que luego se selló y se colocó en el fermentador precalentado (39 °C) durante 48 horas. Después de la incubación ruminal *in vitro* e *in situ*, las bolsas se lavaron con agua corriente durante 10 minutos hasta que el agua salió clara, se secaron en estufa a 105 °C durante 24 horas, se trataron con solución detergente neutra en autoclave a 110 °C durante 40 minutos y se secaron nuevamente en estufa a 105 °C durante 24 horas. La digestibilidad de la materia seca se calculó como: (MS incubada – MS residual) / MS incubada. La relación entre la digestibilidad de la materia seca *in vitro* e *in situ* se evaluó mediante análisis de regresión lineal (PROC REG de SAS). Para cada combinación de porosidad de bolsa y tamaño de molienda, se utilizaron los promedios de tres corridas independientes

de los ensayos *in vitro* e *in situ* en el análisis de regresión ($n = 48$), con el fin de reducir la variabilidad entre corridas. Dado que no hubo efecto del tipo de alimento ni interacción con el método de incubación ($P > 0,05$), se utilizó un único modelo de regresión para todos los datos. La concordancia entre métodos se evaluó determinando si el intercepto difería de cero y si la pendiente difería de la unidad. El desempeño del modelo se evaluó mediante el coeficiente de determinación (R^2) y el error cuadrático medio (RMSE).

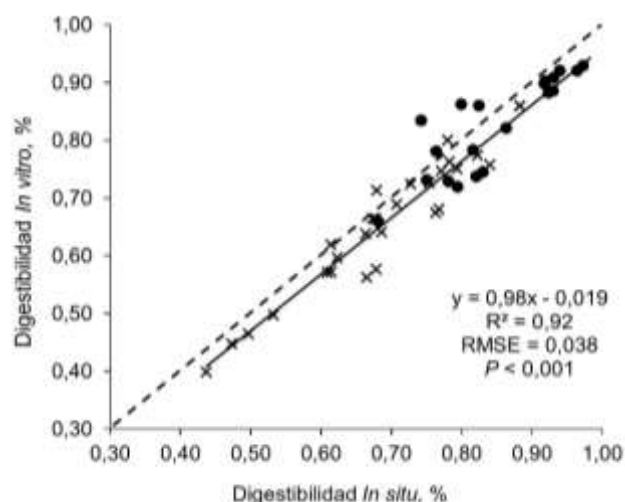


Figura 1. Relación entre la digestibilidad de la materia seca *in vitro* e *in situ* de alimentos concentrados (●) y voluminosos (×) para rumiantes. Cada punto representa el promedio de tres corridas independientes *in vitro* o *in situ* realizadas bajo las mismas condiciones

de porosidad de bolsa y tamaño de molienda ($n = 48$). La línea discontinua representa $y = x$.

La digestibilidad de la materia seca *in vitro* e *in situ* mostró una fuerte asociación ($P < 0,001$; Figura 1), evidenciada por un alto coeficiente de determinación ($R^2 = 0,92$) y un bajo RMSE (i.e., 0,038). Estos resultados indican que ambos enfoques clasificaron los alimentos de manera similar y que las estimaciones *in situ* presentaron buena precisión predictiva a lo largo del rango de alimentos evaluados. La pendiente de la regresión no difirió de 1 ($P > 0,05$), indicando ausencia de sesgo proporcional entre las estimaciones de digestibilidad *in vitro* e *in situ*. En contraste, la ordenada al origen fue diferente de cero ($P < 0,01$) y negativa, lo que sugiere un sesgo constante, con valores de digestibilidad *in vitro* consistentemente menores que los estimados *in situ*.

En conclusión, las fuertes asociaciones observadas entre la digestibilidad de la materia seca *in vitro* e *in situ* indican que ambos métodos de incubación clasifican los alimentos de manera similar, a pesar de las diferencias en los valores absolutos.

Bibliografía

VAN SOEST, P.J. (1994) Nutritional Ecology of the Ruminant. 2a ed. Ithaca, NY, USA: Cornell University Press.

Genome-wide Association Study and Transcriptome Analysis Identify QTLs and Candidate Genes Associated with Aluminum (Al^{3+}) Tolerance in Flax (*Linum usitatissimum* L.)

Soto-Cerda, Braulio^{1,2,3*}; Inostroza-Blancheteau, Claudio^{1,2,3}; Larama, Giovanni^{4,5}; Tighe, Ricardo^{1,2,3}

¹Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas, Universidad Católica de Temuco, Rudecindo Ortega 02950, Temuco, Chile. ²Núcleo de Investigación en Producción Alimentaria, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Rudecindo Ortega 02950, Temuco, Chile. ³ANID–Millennium Science Initiative Program–Millennium Nucleus in Data Science for Plant Resilience (Phytolearning), Santiago 8370186, Chile. ⁴Genomics and Bioinformatics Unit, Scientific and Technological Bioresource Nucleus, Universidad de La Frontera, Temuco 4811230, Chile. ⁵Biocontrol Research Laboratory, Universidad de La Frontera, Temuco 4811230, Chile.

bsoto@uct.cl

Aluminum (Al) toxicity is a major abiotic stress in acidic soils ($\text{pH} < 5.5$), where soluble Al^{3+} ions inhibit root elongation. The best-known tolerance mechanism is Al exclusion through organic acid efflux mediated by transporters such as ALMT (Kochian et al., 2015). Flax is a multipurpose crop, yet its genetic architecture for Al tolerance remains largely unexplored. This study aims to identify quantitative trait loci (QTLs) and candidate genes combining Genome-wide Association Studies (GWAS) and transcriptomic analyses using a diverse association panel to support marker-assisted selection. A panel of 90 flax accessions from the Canadian core collection was phenotyped for root traits, including total root length (TRL), root area (RA), root volume (RV), and apical root length (ARL), and expressed as relative root indices (Al trait/Control trait). Genotyping was performed using 61,516 single nucleotide polymorphism markers (SNPs) derived from resequencing data. GWAS was conducted using the General Linear Model (GLM) in TASSEL (Bradbury et al., 2007). Candidate genes within linkage disequilibrium (LD) blocks (± 160 kb) were analyzed using RNA-seq data from tolerant (Hermes) and sensitive (Lira) genotypes. Field validation was conducted under 26% Al saturation, using a completely randomized design with two treatments (Al vs control) and three experimental units per genotype. Data was analyzed by two-factor ANOVA ($P < 0.05$).

The average relative total root length (RTRL), average relative root area (RRA), average relative apical root length (RARL), and average relative root volume (RRV) were all statistically significant ($P < 0.05$) and registered 93.4, 94.1, 94.0, and 94.3%, respectively. RTRL, RRA, RARL and RRV ranged from 68.3% to 176.0%, 68.5% to 165.1%, 62.1% to 151.2%, and 69.4% to 150.0%, respectively.

The genetic analysis revealed an LD decay of 160 kilobases (kb). GWAS identified six significant QTLs (False discovery rate ($\text{FDR} < 0.01$) on chromosomes 9, 13, and 14, explaining 34.3% to 52.0% of the phenotypic variance. RNA-seq integration identified 120 differentially expressed genes (DEGs) within the QTL regions. Key candidates included *aluminum-activated malate transporter 8* (*ALMT8*) and *sodium/hydrogen exchanger 2* (*NHX2*), which showed significant upregulation in the tolerant genotype (Figure 1). Field trials showed that accessions with three favorable QTL alleles produced 78% higher yield per plant (YPP) than those carrying no favorable alleles under Al stress (Figure 2). The integration of GWAS and transcriptomic analyses effectively narrowed down candidate genes for Al tolerance. The validation of QTLs in field conditions underscores their potential for breeding stable flax varieties adapted to acidic soils. These findings provide a foundation for genomic-assisted improvement of flax productivity under abiotic stress.

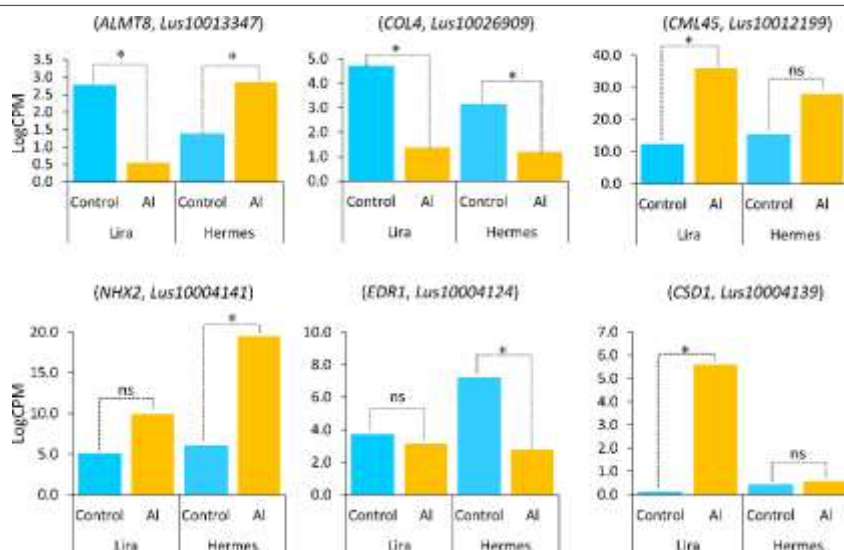


Figure 1. Differential expression of candidate genes identified within linkage disequilibrium blocks of QTLs associated with relative root indices assessed under Al stress. LogCPM: **l**ogarithm of counts **p**er million reads. *False discovery rate (FDR)-adjusted P value < 0.05. ns: non-significant.

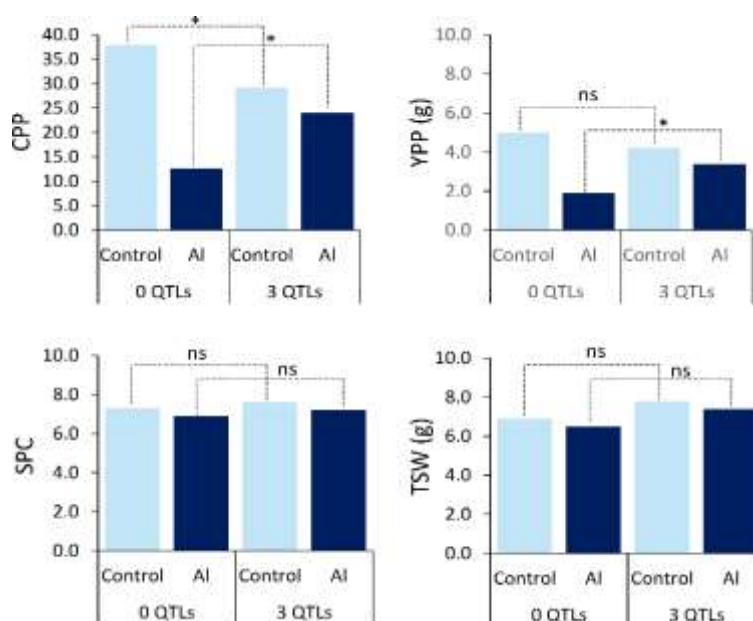


Figure 2. Comparison of Al treatment x QTL number effects on yield component traits evaluated under field conditions with 26% Al saturation (Al treatment) and 2.8% Al saturation (control treatment) on flax accessions harboring three (n = 4) and zero (n = 4) positive QTL alleles. CCP: Capsules per plant. YPP: Yield per plant. SPC: Seeds per capsule. TSW: Thousand seed weight. *Student's t-test P value < 0.05. ns: non-significant

Bibliografía

BRADBURY, P.J.; ZHANG, Z.; KROON D.E.; CASSTEVEN, T.M.; RAMDOSS, Y.; BUCKLER, E.S. (2007) TASSEL: Software for association mapping of complex traits in diverse samples. *Bioinformatics*, 23(19), 2633-2635.

KOCHIAN, L.V.; PIÑEROS, M.A.; LIU, J.; MAGALHAES, J.V. (2015) Plant adaptation to acid soils: The molecular basis of aluminum resistance. *Annual Review Plant Biology*, 66, 571-598.

Eje 10

Tecnología de Suelos y Agua



Ciencia y Tecnología Agraria
XI Jornadas FCA-UNR - V Reunión Argentina-Chile

El uso de chip de poda mejora las condiciones edáficas en sistemas de producción de alcaucil

Bonel, B.¹; Rotondo, R.²; Ortiz Mackinson, M.²; Grasso, R.²; Balaban, D., ²⁻³ Legno, D.², Moretto, J.P.²

¹Cátedra de Manejo de Tierras, ²Cátedra de Horticultura. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Argentina. ³IICAR-CONICET-UNR.

beatriz.bonel@gmail.com

El cultivo de alcaucil (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.) forma parte de las rotaciones del Cinturón Hortícola de Rosario, en suelos cuya degradación afecta la productividad y la calidad de los cultivos (Bonel *et al.*, 2025). Si bien es sabido que el uso de coberturas orgánicas mejora la condición edáfica (Flores *et al.*, 2019), la información local sobre el uso de chip de poda en el cultivo de alcaucil es escasa. Una mejora en la salud del suelo puede mejorar la calidad del producto final (Leskovar y Othman, 2018). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de chip de poda de árboles y arbustos sobre el espacio poroso, su estabilidad y funcionalidad, contenido de materia orgánica y temperatura de suelo en un cultivo de alcaucil conducido por tres años consecutivos.

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Argentina (33°01'S; 60°53'O) durante los años 2023, 2024 y 2025, sobre un Argiudol vértico con uso hortícola por más de 40 años. Se realizó un muestreo sobre 5 lomos sistematizados a simple hilera con 0,9 plantas de alcaucil por m⁻², con materiales del plan de mejoramiento de FCA UNR y riego por goteo. La superficie total fue de 196 m², sobre la que se aplicaron 2 tratamientos: con cobertura de chip (CC) y sin cobertura (SC). El chip, con trozos de diferente tamaño y grosor, se colocó al voleo, en estado seco y sin compostar. Se desparramó con rastrillo sin incorporar en el mes de abril, a dosis de 60 l.m⁻² en 2023 y de 32 l.m⁻² en 2024, mientras que en el año 2025 no se repuso material. En noviembre de cada año, finalizada la cosecha, se registró sobre los lomos la tasa de infiltración (Inf) con anillo simple y, en el mismo sitio, luego del ensayo de infiltración y del drenaje del exceso de agua, se extrajeron muestras del espesor 0–10 cm con cilindros de 128 cm³ para calcular la densidad aparente (DA) y estimar la porosidad total (PT), según $PT = (1 - DA/DR) \times 100$, utilizando el valor de 2,65 g cm⁻³ como densidad real (DR). En otoño de 2024, entre mayo y junio, se registró la temperatura a 10 cm de profundidad en el horario de 9 y 15 horas, en 5 fechas, utilizando termómetro digital (resolución 0,1°C). El tercer año se determinó para los estratos 0-10 y 10-20 cm de suelo la estabilidad al agua (EA) de agregados menores a 2 mm según Henin (1972) y la materia orgánica (MO), según IRAM 29571-2 (2009) para los primeros 20 cm. Se compararon las medias aplicando la prueba t de Student, previa constatación de la normalidad o transformación de datos (Infostat Professional). En la Tabla 1 se presenta el número de repeticiones. En CC la tasa de infiltración y la PT fueron superiores, y la DA menor, en promedio de tres años respecto a SC, aunque los valores de DA se ubican por debajo del crítico para el crecimiento de las raíces (1,35 Mg m⁻³). La falta de componentes orgánicos fácilmente descomponibles y la baja relación superficie/masa del chip determinan la baja densidad del estrato, mientras que en SC las labores de acondicionamiento anual del lomo mantienen valores adecuados de porosidad y densidad. De igual manera, el ingreso de agua en el lomo (Inf.) evidenció valores superiores al crítico (20 mm h⁻¹) en CC y SC. Las diferencias para estas tres variables, vinculadas al espacio poroso y a su funcionalidad, son significativas. Asimismo, la estabilidad de la porosidad, evidenciada por la EA, denota una mejora importante en el tercer año tras aplicaciones previas de chip, con valores notoriamente altos en los primeros 10 cm. La lignina presente en el chip actuaría como agente aglutinante y fuente de carbono, en concordancia con los mayores valores de MO observados en 2025. En 2024 el chip amortiguó las bajas temperaturas en las mediciones de otoño en horarios cercanos a la ocurrencia de temperaturas mínimas y máximas, coincidiendo con otros autores (Van Donk *et al.*, 2011). Esta

mejora podría ser significativa teniendo en cuenta que un óptimo crecimiento vegetativo necesita temperaturas de 16 a 18°C. Se puede concluir que el uso de chip mejora la condición edáfica mediante el aporte de materia orgánica y aumento de la estabilidad estructural en sistemas de producción de alcaucil. Estos hallazgos, sumado al aumento del peso de los capítulos y a modificaciones positivas en la artropofauna del cultivo (datos no mostrados), auspicia el uso de CC como alternativa de manejo sustentable para sistemas de producción de alcaucil locales.

Tabla 1. Comparación de medias de las variables estudiadas, según período de evaluación, en las parcelas con (CC) y sin chip (SC).

Variable	Unidad	Año		CC	SC	p-valor
Tasa de Infiltración	mm h ⁻¹	2023/24/25	Media	229,17 (6)*	65,91 (11)	0,0014
			D.E.	119,3	57,86	
DA 0-10 cm	Mg m ⁻³	2023/24/25	Media	0,88 (7)	1,01 (10)	0,0252
			D.E.	0,13	0,09	
PT 0-10 cm	%	2023/24/25	Media	66,81 (7)	61,84 (10)	0,0249
			D.E.	4,93	3,32	
Temp. Otoño 15 h 10 cm	°C	2024	Media	15,04 (64)	13,67 (64)	0,0001
			D.E.	0,97	1,19	
Temp. Otoño 9 h 10 cm	°C	2024	Media	14,42 (80)	11,76 (80)	0,0001
			D.E.	0,54	0,65	
EA 0-10 cm	%	2025	Media	48,63 (6)	22,3 (6)	0,0149
			D.E.	18,09	6,16	
EA 10-20 cm	%	2025	Media	16,27 (3)	6,1 (3)	0,0426
			D.E.	5,74	1,76	
MO 0-20 cm	%	2025	Media	5,04 (3)	2,96 (3)	0,0494
			D.E.	0,82	0,12	

D.E.: desvío estándar; * número de muestras

Bibliografía

BONEL, B.; ORTIZ MACKINSON, M.; BALABAN, D.; GRASSO, R.; LEGNO, D.; ROTONDO, R. 2025. Valor agronómico del uso de compost de camas porcinas en el cultivo de lechuga. Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias, 2025, núm. 24, e0051, ISSN: 2346-9129 / ISSN-E: 2346-912.

FLORES, P.; AUSILIO, A.; LEONE, A.; POGGI, D.; QUADRELLI, A.; SOLINI, I.; LÓPEZ, M.; MONTI, F. y CATRARO, M. 2019. Efecto de diferentes mulchings sobre el crecimiento de una plantación de durazneros (*Prunus persicae* L.) variedad opodepe en Zavalla, provincia de Santa Fe. Revista FAVE, Ciencias Agrarias, 18 (1).

LESKOVAR, D. y OTHMAN, Y.A. (2018). Organic and conventional farming differentially influenced soil respiration, physiology, growth and head quality of artichoke cultivars. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 18 (3), 865- 880.

VAN DONK, S.J.; LINDGREN, D.T.; SCHAAF, D.M.; PETERSEN J.L. y TARKALSON, D.D. (2011) Wood chip mulch thickness effects on soil water, soil temperature, weed growth and landscape plant growth. Journal of Applied Horticulture, 13(2): 91-95

Ajuste del balance hídrico de Thornthwaite para condiciones de restricción hídrica en Zavalla, Santa Fe

Dickie, María José^{1,2}; Barbero, Sacha¹; Jozami, Emiliano^{1,3,4}

¹Cátedra de Agroclimatología, Facultad de Cs Agrarias. Universidad Nacional de Rosario (UNR). ²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. ³Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario. ⁴Instituto de investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario.

jozami@iicar-conicet.gob.ar

El balance hídrico constituye una herramienta fundamental para la caracterización de la disponibilidad de agua en sistemas agropecuarios y naturales. Entre los enfoques más difundidos, el método Thornthwaite (T) ha sido ampliamente utilizado debido a su simplicidad conceptual y a sus bajos requerimientos de información (Thornthwaite, 1948). Sin embargo, varios de sus supuestos limitan su capacidad para representar adecuadamente la dinámica real del agua en el sistema suelo-planta-atmósfera. Uno de los supuestos de T establece que, en aquellos períodos donde la precipitación (PP) supera a la evapotranspiración potencial (EP), no existe déficit hídrico, independientemente de la cantidad de agua almacenada. Esta hipótesis implica, en términos prácticos, que el agua de lluvia satisface completamente la demanda atmosférica, independientemente del estado hídrico previo del suelo. Este supuesto resulta cuestionable, ya que la transpiración vegetal depende fuertemente del contenido de agua en el suelo. En condiciones de baja humedad edáfica, la restricción fisiológica al flujo de agua en la planta puede limitar la evapotranspiración real (ER) aun cuando se registren eventos de PP que superen la demanda potencial de ese día. Esto se debe a que el agua de lluvia debe primero ingresar al perfil del suelo y ocupar el espacio poroso antes de estar disponible para ser absorbida por la planta. El objetivo de este trabajo es comparar, a escala diaria, el balance hídrico de T con una versión modificada que incorpora la restricción hídrica del suelo previo a la incorporación de las PP, analizando sus efectos sobre el almacenamiento hídrico, la ER y el déficit hídrico en Zavalla (Santa Fe) para el período 1991–2020. Se trabajó con datos de la serie histórica 1991–2020 de la Estación Agrometeorológica, (33°01'S; 60°53'O; 50m), de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR). El dato de EP diaria del balance fue el de ETo obtenido a partir de datos diarios de Tmax y Tmin mediante el software ETo calculator (Allen *et al.*, 1998). A partir de la serie diaria se calcularon, para ambos métodos, los valores mensuales promedio de ALM, ER, ER/ETo y déficit hídrico. El método modificado de Thornthwaite (TM) incorpora la ecuación de restricción hídrica del suelo antes de adicionar las PP diarias al balance y antes de evaluar los excesos. De esta manera, la evapotranspiración real (ER) queda condicionada inicialmente por el contenido hídrico previo del suelo, incluso en días con PP > EP. El almacenaje de agua en el suelo para el método TM se calculó mediante la siguiente función exponencial dependiente del déficit potencial y de la capacidad de campo:

$$ALM_t = ALM_{t-1} * e^{\left(\frac{DP}{CC}\right)} + PP_t$$

donde:

- ALM_t es el almacenamiento de agua en el suelo en el día t
- ALM_{t-1} es el almacenamiento del día anterior
- DP es el déficit potencial del día t para el cual se usa el dato de ETo de ese día
- CC es la capacidad de campo del suelo considerado en 300 mm
- PP es el valor de precipitación diaria en mm

Para el método T la ecuación es la misma con la diferencia de que para aquellos días donde PP > ETo, se considera la siguiente ecuación:

$$ALM_t = ALM_{t-1} + PP_t - ETo$$

Tabla 1. Valores mensuales promedio (prom) de almacenaje, ER y déficit expresados en mm para T y TM

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Prom ALM T	181	188	206	225	237	226	212	194	176	173	180	178
Prom ALM TM	194	201	218	235	243	232	217	199	182	181	191	192
Prom déficit T	57,8	42,8	34,9	19,2	12,4	11,2	14,9	25,7	35,9	45,6	50,6	59,2
Prom déficit TM	61,6	46,0	35,9	20,2	12,3	11,0	14,9	25,9	38,4	51,1	56,1	63,4
ER T	108	89,9	87,5	65,7	48,3	35,2	36,9	47,8	58,4	77,9	97	109
ER TM	104	86,7	86,3	64,7	48,3	35,4	36,9	47,6	55,9	72,4	91,4	104

En la Tabla 1 se observa que los valores mensuales promedio de almacenaje de agua en el suelo (ALM) fueron superiores en TM respecto a T durante todos los meses del año, con las mayores diferencias en el período estival (diciembre–febrero). Esto indica una menor extracción de agua del suelo bajo el enfoque propuesto. En concordancia con ello, la evapotranspiración real (ER) presentó valores inferiores en TM respecto a T, especialmente en primavera y verano, con diferencias cercanas a 5–6 mm en octubre y noviembre. Como consecuencia, los déficits hídricos estimados mediante TM resultaron levemente superiores en la mayoría de los meses. Las diferencias observadas entre ambos métodos se deben a que, en TM, la restricción hídrica del suelo se aplica antes de incorporar la precipitación diaria al balance. De esta manera, la ER queda inicialmente condicionada por el contenido hídrico antecedente del suelo, aun en días donde PP supera a ETo. Posteriormente, la precipitación es adicionada al almacenaje del suelo. En cambio, en el método T, cuando $PP > ETo$ se asume que la demanda atmosférica es satisfecha completamente por la precipitación del día, independientemente del estado hídrico previo del suelo. En conjunto, los resultados muestran que la modificación propuesta genera diferencias sistemáticas en la dinámica del balance hídrico diario, particularmente en períodos de mayor demanda atmosférica y menor disponibilidad hídrica del suelo. Estos resultados sugieren que la incorporación de la restricción hídrica antecedente del suelo puede constituir una alternativa útil para representar la interacción entre el almacenamiento hídrico y la evapotranspiración real. Como trabajo futuro, sería conveniente contrastar las estimaciones de almacenaje y déficit hídrico de ambos métodos con mediciones de humedad del suelo obtenidas a campo o con indicadores indirectos del estado hídrico de los cultivos.

Bibliografía

ALLEN R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D. y SMITH, M. (1998) FAO Irrigation and Drainage Paper Crop by. Irrigation and Drainage 300 (56) 300. URL: <http://www.kimberly.uidaho.edu/water/fao56/fao56.pdf>

THORNTHWAITE C. (1948) An approach toward a rational classification of climate. Geographical review 38 (1) 55–94

Experiencia productiva con la línea de postura Brown Nick de sistemas alternativos, desempeño productivo bajo sistema pastoril en Buenos Aires

Casanova, H.¹, Albo, G.N.¹, Altamirano, R.²

¹Producción Animal I. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF). Universidad Nacional de La Plata (UNLP);

²Cálculo Estadístico y Biometría. FCAyF. UNLP.

horacio.9011@gmail.com

Se realizó una experiencia con aves de postura de la Línea Brown Nick H&N de sistema alternativo, en un establecimiento familiar ubicado en provincia de Buenos Aires. Para que una línea exprese todo su potencial genético, es necesario proporcionar alimento de calidad y adaptar las características de manejo de este sistema, a los requerimientos del ave para obtener un rendimiento óptimo (H&N International, 2026). En este emprendimiento, se comparó el peso promedio del huevo del sistema alternativo evaluado versus el peso del huevo sugerido en el Manual de la línea, durante la etapa de postura. El propósito de la comparación fue determinar si las estrategias de manejo implementadas por el productor eran efectivas para lograr una buena producción. Se trabajó con 300 gallinas de postura de la Línea H&N de sistemas libres de jaula, con acceso a pastoreo. Se registró el peso de 60 huevos/semana, entre las semanas 24 a 88 de postura, y se calculó el valor medio del huevo/semana en el criadero que maneja las denominadas “gallinas pastoriles”, por contar con acceso a pasturas. En el análisis estadístico se empleó un Test Pareado, empleando el Programa Infostat (Infostat, 2020). El manejo realizado por el productor para analizar esta etapa comenzó con el traslado de las aves de la etapa de recría (semana 16^o) a una “nave de postura móvil”, acondicionada para albergar las gallinas durante su etapa de producción de huevos para consumo. La instalación consta de una caja térmica de material aluminio de 10 metros (m) de largo x 2,5 m ancho x 4 m altura, reciclada en una estructura con 2 ejes, para su traslado semanal por los distintos sectores de pasturas del predio. De esta forma, se proporciona al ave, un complemento mineral-vitamínico a la dieta de alimento balanceado de postura Fase 1, y condiciones ecológicas para mejorar el bienestar animal y manifestar el comportamiento natural de la especie. Por otra parte, la nave móvil posee 2 puertas de cada lado de 2,10 m largo x 0,90 m ancho, con escaleras de madera tipo pallet (1, 60 x 0,90 m) para el ascenso o descenso de las gallinas; 2 ventanas frontales (1,10 x 2 m) para mejorar la oxigenación natural (Fig.1). El piso de aluminio interior, se reemplazó por malla de 25 m², para permitir el pasaje del guano y la eliminación de gases tóxicos. Para el descanso y reposo de las aves se montaron 8 perchas longitudinales de 8 m/percha, elevadas a 30 cm del piso y con acceso directo a los 16 nidos/lado (32 en total) utilizados para la postura de huevos. Los nidos tienen forma de cubos de madera (30 x 30 x 30 cm) donde se coloca viruta de madera, renovada semanalmente, para obtener huevos limpios. La recolección de huevos se realiza desde el exterior, porque los nidos poseen ventanas laterales, que se abren y cierran desde afuera de la nave (Fig. 2).



Figura 1. Nave de postura móvil



Figura 2. Nidales de recolección externa.

Para épocas de altas temperaturas, se instalaron 2 ventiladores comerciales, ubicados interiormente en los extremos, para minimizar estrés térmico. En el exterior se colocó un sistema aspersor tipo fogger, para bajar la temperatura ambiente. El área externa posee 150 m² descubiertos delimitados por una red electroplástica de 1,10 m altura y conectada a un boyero solar, para ahuyentar predadores. Asimismo, posee cobertura de media sombra de 40 m², como resguardo. Los implementos utilizados fueron: 3 comederos lineales abiertos de caño PVC, de 3 m/comedero (Fig. 2); 5 comederos complementarios tolva de 35 cm diámetro; 2 bebederos lineales abiertos de 4 m/unidad de PVC, con flotante como sistema de corte de agua. Se garantizó la disposición de implementos para libre acceso de las aves. Las rutinas de trabajo diarias se organizaron en forma consecutiva: a) Administración de alimento balanceado comercial Fase 1; b) Chequeo de disponibilidad de agua; c) Apertura de las puertas de la nave y liberación de las gallinas a las 10.00 a.m.; d) A las 12.00 h se realiza el monitoreo general del lote; e) A las 14.00 h se recolectan los huevos; f) A las 16.00 h se coloca el alimento balanceado vespertino, se chequea la disponibilidad de agua y se supervisa y realiza el monitoreo general del lote; g) A las 19.00 h se supervisa el ascenso de las gallinas a la nave de postura se cierran las puertas de gallinero. El resultado obtenido del análisis del peso promedio de 60 huevos por semana entre las semanas 24 y 88 de postura mediante el Test pareado (Programa Infostat) mostró diferencias significativas (p valor $<0,0001$) para los pesos de las semanas 24 a 52 (valores que dieron por debajo de lo esperado por manual). No se encontraron diferencias significativas entre los pesos de las semanas 56 a 58 (salvo para la semana 72 cuyos valores estuvieron por encima de lo esperado por manual, valor $<0,0001$) (Figura 3). Por lo expuesto, se puede estimar que en esta experiencia productiva no se lograron los pesos objetivos propuesto por la Empresa H&N para la línea Brown Nick. Se estima que el efecto producido por el estrés térmico estival podría haber influenciado en el peso del huevo del avicultor en el período 24-52, ya que el inicio de la postura del plantel comenzó en la estación primavera-estival, correspondientes a ese período. Por el contrario, a partir de la semana 56, que pertenece al intervalo otoño invernal, no se observan esas diferencias.

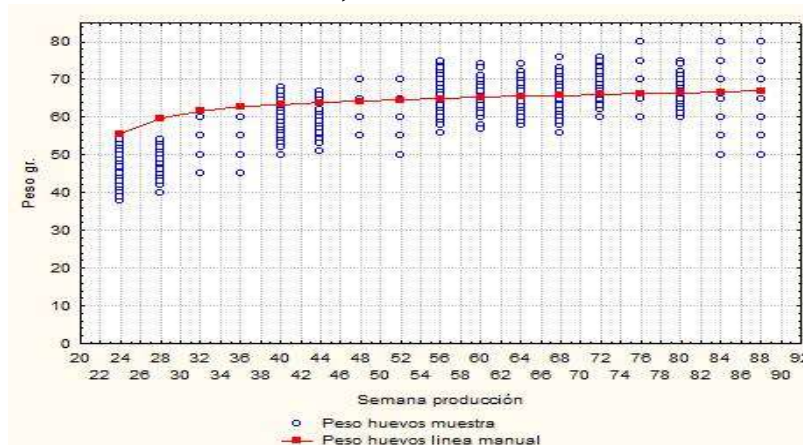


Figura 3. Evolución de los pesos del huevo promedio productor vs. Manual de la Línea

Bibliografía

H&N INTERNATIONAL. Brown Nick. Ponedora de huevo marrón. (2026). Nueva guía de manejo libre de jaula. <https://hn-int.com/wp-content/uploads/2020/10/brown-nick-es-compressed.pdf> 76 p. (Acceso: 10 de abril de 2026)
-INFOSTAT. SOFTWARE ESTADÍSTICO. (2020). Disponible en: <https://www.infostat.com.ar/> (Acceso: 10 de abril de 2026)

Desarrollo de una plataforma experimental para evaluar la respuesta fotoperiódica de genotipos de soja en condiciones controladas

Gabutto, Victoria S.; Bianchi, Julieta S; Quijano, Alvaro¹; Cairo, Carlos A

Laboratorio de EcoFisiología Vegetal (LEFIVE). IICAR-CONICET/UNR. CC 14 (S2125ZAA) Zavalla.

victoriasgabutto@gmail.com

La floración en soja [*Glycine max* (L.) Merr.] constituye un proceso determinante en la definición del ciclo del cultivo y en su adaptación a distintos ambientes. Al tratarse de una especie de día corto con respuesta cuantitativa, el aumento del fotoperíodo por encima de un umbral crítico genera un retraso progresivo en la transición del estado vegetativo al reproductivo. La magnitud de este retraso depende de la sensibilidad fotoperiódica del genotipo, la cual varía según el grupo de madurez (GM). Genotipos de GM más largos presentan mayor sensibilidad al fotoperíodo y alargan en mayor magnitud el período a floración en relación a GM más cortos. No obstante, actualmente se desconoce para variedades comerciales cual es el umbral crítico y la sensibilidad al fotoperíodo. Contar con esta información resulta fundamental para predecir el comportamiento de los genotipos a campo y optimizar estrategias de avance generacional acelerado (*speed breeding*) en condiciones controladas. Un aspecto central del trabajo fue el desarrollo de una plataforma experimental basada en una estructura móvil compartimentalizada, diseñada para aplicar simultáneamente distintos tratamientos fotoperiódicos. La estructura, cubierta con polietileno opaco y dividida en compartimentos herméticos, permitió controlar con precisión la duración del día en cada tratamiento, evitando interferencias lumínicas entre ellos. Cada compartimento tenía una dimensión de 1,20 m de largo, 0,67 m de ancho y 1,34 m de altura. Se configuró un sistema de desplazamiento automatizado, asegurando exactitud y repetibilidad en la aplicación de cada uno de los tratamientos (Imagen 1). Además, se estandarizó un protocolo de evaluación de la respuesta fotoperiódica de genotipos de soja que incluyó la definición de los fotoperíodos a evaluar, temperatura ambiente, registro de variables fenológicas y el análisis de los resultados.

El objetivo del trabajo fue caracterizar comparativamente la respuesta en días a floración de distintos genotipos de soja bajo condiciones fotoperiódicas controladas y temperaturas cercanas a las óptimas para el proceso estudiado. Para ello, se analizó la duración del intervalo fenológico entre el estadio VC: cotiledones expandidos y R1: anthesis de la primera

flor en el tallo principal (según escala de Fehr y Caviness, 1977; VC-R1). El ensayo se condujo en uno de los invernáculos del LEFIVE con temperatura media estabilizada en 22,8 °C, a fin de reducir la variabilidad térmica y concentrar el análisis en la respuesta al fotoperíodo. Se evaluaron cinco genotipos pertenecientes a distintos GM (II, IV, V, VI, VII), expuestos a cinco tratamientos fotoperiódicos (12, 13, 14, 15 y 16 h d⁻¹). Todos los tratamientos compartieron un período común de 12 h de radiación fotosintéticamente activa, mientras que las diferencias en la duración del día se lograron mediante extensiones lumínicas de baja intensidad. Por cada genotipo en cada tratamiento fotoperiódico se evaluaron 4 plantas. Los datos de duración del período de VC-R1 se analizaron mediante análisis de la varianza y los promedios se compararon con el test de LSD.

Los resultados evidenciaron que, en todos los genotipos, el incremento del fotoperíodo de 12 a 16 h d⁻¹ produjo un aumento progresivo en el número de días hasta R1, confirmando el comportamiento típico de la soja como especie de día corto. Bajo 12 h d⁻¹, las diferencias en la duración de la etapa de VC-R1 entre genotipos fueron relativamente pequeñas siendo la máxima de 7 días entre el GM IV y VII ($p < 0,05$). En promedio, la duración de VC-R1 fue de 31, 30, 32, 35 y 37 días para los GM II, IV, V, VI y VII, respectivamente. A medida que se extendió la duración del día, la duración de la etapa de VC-R1 fue aumentando, observándose mayores retrasos en los materiales de GM más largos. Con fotoperíodos de 16 h d⁻¹ se diferenciaron claramente los GM más cortos (II, IV y V) de los más largos (VI y VII) siendo esta diferencia de 15 días ($p < 0,05$). A su vez, la duración de la etapa de

VC-R1 fue de 45 para los GM II, IV y V y de 60 días para los GM VI y VII. Este patrón de respuesta refleja diferencias genéticas en la sensibilidad fotoperiódica y en la duración intrínseca de la fase vegetativa previa a la floración.

La información obtenida permitió describir con claridad la magnitud del retraso en días a R1 ante incrementos controlados del fotoperíodo, generando un conjunto de datos comparables entre genotipos y bajo condiciones ambientales estables. La precisión en el registro diario del momento de antesis y la uniformidad de las condiciones experimentales otorgaron robustez a las estimaciones del intervalo VC–R1. Desde una perspectiva aplicada, el estudio contribuyó a la validación de una plataforma experimental para generar datos fenológicos confiables en ambientes controlados. La estructura móvil desarrollada demostró ser una metodología eficaz para estudiar la respuesta fotoperiódica en soja bajo condiciones controladas, permitiendo generar bases de datos precisas de días a floración en distintos genotipos. Además, este sistema permite caracterizar de manera rápida y precisa la respuesta en días a floración de múltiples genotipos, constituyendo un soporte estratégico para la predicción fenológica y la planificación de programas de mejoramiento que empleen sistemas de *speed breeding*. En estos esquemas, donde se manipulan deliberadamente el fotoperíodo y la temperatura para acortar ciclos y acelerar procesos de selección, disponer de información predictiva sobre el tiempo a R1 es fundamental para planificar la duración de cada ciclo y optimizar el número de generaciones por año, contribuyendo a incrementar la eficiencia en la obtención y evaluación de nuevos materiales.

Imagen 1. Estructura móvil compartimentalizada, diseñada para aplicar simultáneamente distintos tratamientos fotoperiódicos.



Bibliografía

Fehr, W., & Caviness, C. 1977. Stages of soybean development. (Special Report No. 80). Iowa State University, Cooperative Extension Service, Agriculture and Home Economics Experiment Station, Ames, Iowa.

Cambios de uso de suelo de rural a urbano en las regiones de Ñuble y Biobío: comparativo entre los años 2002-2022

Loyola Pérez, Vicente Joaquín¹; Cerda González, Raúl¹

Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

vloyola2017@udec.cl

El suelo constituye un recurso limitado y estratégico que sustenta funciones ecosistémicas y agrícolas esenciales. Sin embargo, la expansión urbana sobre suelos rurales, motivada por la creciente demanda habitacional y la proliferación de loteos irregulares, altera los ciclos biofísicos y fragmenta el paisaje. El objetivo de este estudio fue describir y cuantificar los cambios de uso del suelo de rural a urbano en las regiones del Biobío y de Ñuble durante el periodo 2002-2022, relacionando dicha expansión con dinámicas demográficas y sociales. La metodología consistió en un análisis espacial multitemporal mediante Sistemas de Información Geográfica (QGIS). Se procesaron capas vectoriales de crecimiento continuo de ciudades del Ministerio de Vivienda y Urbanismo para los años 2002, 2011 y 2022. Esta información espacial se integró con registros censales del Instituto Nacional de Estadísticas (2002-2017) y estimaciones de la tasa de pobreza por ingresos del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (2011-2022). Mediante el software InfoStat, se evaluaron las correlaciones entre la expansión urbana, el crecimiento poblacional y la disminución de la pobreza. Los resultados indican que el área urbana se incrementó de manera absoluta en 9.778 hectáreas (56,4%) en la Región del Biobío y en 2.486 hectáreas (54,6%) en Ñuble. Espacialmente, las áreas metropolitanas concentraron la mayor magnitud de hectáreas, mientras que comunas netamente rurales experimentaron expansiones relativas explosivas, destacando Quillón con un crecimiento del 217,3%. En términos estadísticos, la Región del Biobío presentó una correlación positiva y significativa ($r=0,52$) entre la expansión física y el aumento poblacional, a diferencia de Ñuble, donde se constató un desacople demográfico ($r=0,16$). A nivel provincial resaltó el comportamiento atípico de Arauco, exhibiendo una fuerte correlación negativa ($r=-0,85$). Asimismo, la relación positiva entre expansión urbana y disminución de pobreza a escala regional perdió significancia estadística en la última década al analizarla a nivel local. Se concluye que entre los años 2002 y 2022, las regiones del Biobío y Ñuble expandieron su superficie urbana en más de un 54%, provocando una sostenida pérdida y fragmentación de suelos agrícolas. Esta urbanización periférica fue altamente heterogénea, mostrando una correlación directa con el aumento demográfico en Biobío, pero un claro desacople poblacional en Ñuble y patrones contrastantes en Arauco. Asimismo, se demostró que el crecimiento físico de la ciudad no garantiza una reducción de la pobreza ni beneficios sociales equitativos a nivel local. En consecuencia, estas dinámicas hacen urgente robustecer la planificación territorial. Resulta vital incorporar criterios agronómicos y ambientales para compatibilizar el desarrollo urbano con la protección de los sectores productivos.

Variable	Número (n)	Coficiente (r)	Nivel de significancia (p)
Reunión de ambas regiones: 2002 - 2011	43	0,34	0,03
Provincia: Arauco	6	-0,85	0,03
Provincia: Biobío	12	0,62	0,03
Provincia: Concepción	9	0,68	0,04
Provincia: Punilla	3	-1,00	0,01
Región del Biobío 2002 - 2022	27	0,52	0,01

Tabla 1. Correlaciones entre variación superficie comunal urbana por unidades territoriales (2002 - 2022) y variación poblacional (2011 - 2022): tamaño de muestra (n) coeficiente de Pearson (r) y significancia (p). Fuente: INE, elaboración propia a partir de datos oficiales

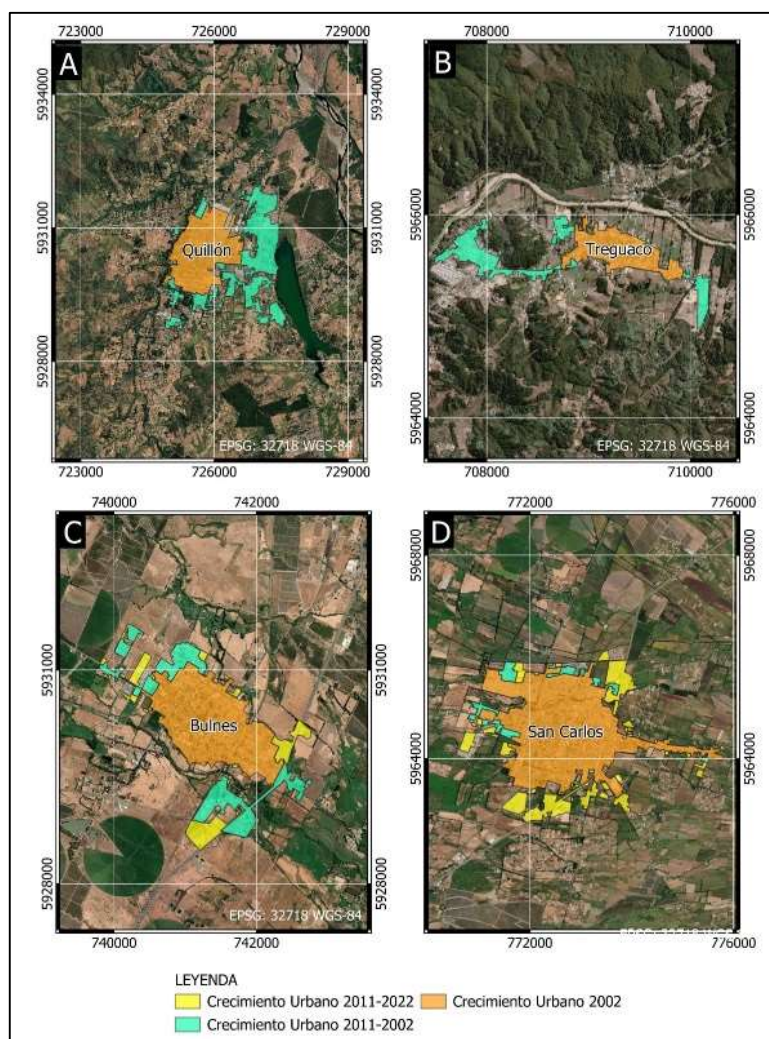


Figura 1. Comunas con mayor porcentaje de crecimiento urbano en la Región de Ñuble (2002 - 2022). A) Ciudad de Quillón, B) Ciudad de Treguaco, C) Ciudad de Bulnes, D) Ciudad de San Carlos.

Bibliografía

APEY, A. (2018) Transformación y adaptación de los paisajes rurales por el sector agropecuario y forestal en Chile: principales rasgos y desafíos al 2030. Santiago: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA).

MINVU. MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (2024) Dinámica del crecimiento de los asentamientos urbanos de Chile: medición año 2022. Santiago: Centro de Estudios de Ciudad y Territorio.

PORTA CASANELLAS, J.; LÓPEZ-ACEVEDO, M.; POCH CLARET, R. M. (2014) Edafología: uso y protección de suelos. 3a. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

SCHUSTER-OLBRICH, J. P.; VICH, G.; MIRALLES-GUASCH, C. (2024) Expansión urbana más allá del límite urbano: un análisis de Santiago de Chile desde la planificación urbana y sus contradicciones normativas territoriales. EURE, 50(150), 1-21.



Universidad
de Concepción



FACULTAD
DE AGRONOMÍA



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
TEMUCO

AGRONOMÍA
FACULTAD DE
RECURSOS NATURALES



Facultad de
Ciencias
Agrarias



UNR