

ISSN On-Line: 2250-8872

Número XXXVII  
Año 21 - 2021



# CIENCIAS AGRONÓMICAS

REVISTA DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS - UNR



Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Rosario  
Campo Experimental Villarino C.C. Nro. 14 (S 2125 ZAA) - Zavalla - Santa Fe - Argentina  
Telefax 0341 - 4970080 - 085 - agro@unr.edu.ar - <https://fcagr.unr.edu.ar/>

[cienciasagronomicas@unr.edu.ar](mailto:cienciasagronomicas@unr.edu.ar)



**UNR** Universidad  
Nacional de Rosario

21 al 25 junio 2021



VI Jornadas de Ciencia y Tecnología  
de la Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional de Rosario

# LIBRO DE RESÚMENES **2021**



Facultad de Ciencias Agrarias  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO



Santa Fe  
Provincia

## **VI JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA 2021**

En esta edición las Jornadas se desarrollaron en modalidad virtual, con algunas actividades sincrónicas y otras asincrónicas. La virtualidad fue una gran oportunidad de transmitir trabajos en formatos más atractivos, actuales y convocantes. Se trató sin dudas de un desafío interesante, con valor agregado a la investigación y una forma de visibilizar los trayectos recorridos con las nuevas tecnologías en nuestras disciplinas.

### **AUTORIDADES de la FACULTAD de CIENCIAS AGRARIAS – UNR**

#### **DECANO**

Esp. Ing. Agr. Roberto Eduardo LOPEZ

[decano-agr@unr.edu.ar](mailto:decano-agr@unr.edu.ar)

#### **VICEDECANA**

MSc. Méd. Vet. Griselda María del Carmen MUÑOZ

[mgriselda01@gmail.com](mailto:mgriselda01@gmail.com)

#### **SECRETARIA DE ASUNTOS ACADÉMICOS**

MSc. Ing. Agr. Miriam Etel INCREMONA

[academica-agr@unr.edu.ar](mailto:academica-agr@unr.edu.ar)

#### **SUB-SECRETARIA DE ASUNTOS ACADEMICOS**

Mg. Ing. Agr. Hernán Mauro MATURO

[subacadem-agr@unr.edu.ar](mailto:subacadem-agr@unr.edu.ar)

#### **SECRETARIA DE ASUNTOS FINANCIEROS**

Cont. Fernando AMELONG

[famelong@arnet.com.ar](mailto:famelong@arnet.com.ar)

#### **SECRETARIA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Dr. Ing. Agr. Gustavo Rubén RODRIGUEZ

[invest-agr@unr.edu.ar](mailto:invest-agr@unr.edu.ar)

#### **SECRETARIA DE VINCULACIÓN TECNOLÓGICA**

Ing. Agr. Federico FINA

[vintec-agr@unr.edu.ar](mailto:vintec-agr@unr.edu.ar)

#### **SECRETARIA DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA**

Ing. Agr. Blas Martín ASEGUINOLAZA

[sec-extension-agr@unr.edu.ar](mailto:sec-extension-agr@unr.edu.ar)

#### **SECRETARIA DE POSGRADO**

Dra. Lic. Juliana STEIN

[jstein@unr.edu.ar](mailto:jstein@unr.edu.ar)

#### **SUB-SECRETARIA DE POSGRADO**

Esp. Ing. Agr. Marcelo Javier LARRIPA

[mlarripa1@gmail.com](mailto:mlarripa1@gmail.com)

#### **SECRETARIA DE ASUNTOS ESTUDIANTILES**

Ing. Agr. Eduardo Luján PUNSCHKE

[estudia-agr@unr.edu.ar](mailto:estudia-agr@unr.edu.ar)

#### **SUB-SECRETARIA DE ASUNTOS ESTUDIANTILES**

Lic. Paula BADARACCO

[estudia-agr@unr.edu.ar](mailto:estudia-agr@unr.edu.ar)

**SECRETARIA DE RELACIONES INTERNACIONALES**

Dr. Hugo Raúl PERMINGEAT

[dir-rii-agr@unr.edu.ar](mailto:dir-rii-agr@unr.edu.ar)**DIRECCIÓN DE CAMPO EXPERIMENTAL**

Ing. Agr. Martín José NALINO

[mnalino@hotmail.com](mailto:mnalino@hotmail.com)**DIRECTORA GENERAL DE ADMINISTRACIÓN**

Sra. Mónica Liliana EVANGELISTA

[secadm-agr@unr.edu.ar](mailto:secadm-agr@unr.edu.ar)**SECRETARIA TÉCNICO**

Ing. Agr. Sergio TESOLIN

[sertesolin@hotmail.com](mailto:sertesolin@hotmail.com)**COMITÉ ORGANIZADOR**

Rodríguez, Gustavo  
Muñoz, Griselda  
Sender, María Belén  
Burzacca, Luciana  
García, Silvina

Marinelli, Evelina  
Boldorini, Araceli  
Barrera, María Andrea  
Manasseri, Florencia  
Vázquez, Juan Manuel

**COMITÉ DE REVISIÓN**

Alberdi, Ramiro  
Brunori, Alejandro  
Cairo, Carlos  
Cambiaso Vladimir  
Campagna, Daniel  
Chiesa, María Amalia  
Di Leo, Néstor  
Dichio, Luciana  
Feldman, Susana  
Ferreras, Laura  
Galatti, Elvio  
Galli, Julio  
Gerde, José  
Giorgis, Alberto  
Grasso, Rodolfo  
Larripa, Marcelo  
Leavy, Sebastián

Lopez Anido, Fenando  
Marini, Pablo  
Mazza, Silvia Matilde  
Montian, Gabriela  
Muñoz, Griselda  
Nestares, Graciela  
Ochogavia, Ana  
Oyarzabal, María Inés  
Panelo, Marta  
Perotti, Valeria  
Picardi, Liliana  
Pioli, Rosanna  
Pozzi, Florencia  
Pratta, Guillermo  
Propersi, Patricia  
Puricelli, Eduardo  
Quijano, Alvaro

Restoich, Silvina  
Rimoldi, Pablo  
Rodriguez, Valeria  
Romagnoli, María Valeria  
Rotondo, Rosana  
Rozycki, Sergio  
Rúa, federico  
Sacido, Mónica  
Seta, Silvana  
Silva, Patricia  
Spetale, Flavio  
Stein, Juliana  
Tapia Elizabeth  
Tolini, Fernanda  
Toresani, Silvia  
Vazquez, Patricia

## Trabajos aceptados en las VI Jornadas de Ciencia y Tecnología 2021

### 01 – AMBIENTE

**Los ingenieros agrónomos y su rol en los conflictos planteados por el uso de fitosanitarios en el territorio periurbano**

*Victoria Campos, Susana Rosenstein, Ricardo Murray*

**Las Evaluaciones de Impacto Ambiental en las normativas de feedlot de la región pampeana**

*María Verónica Alsina, Griselda Muñoz*

**Análisis sistemático de la ley nacional de bosques nativos y las leyes provinciales para identificar sus herramientas de gestión ambiental**

*María Verónica Alsina, Guillermo Peyrano, Lucila Capitani, Romina La Bruna, Alfredo Bula, M. Belén Sender*

**Análisis de la resistencia de aislamientos de *Aspergillus flavus* aislados de semillas de garbanzo y soja a antifúngicos triazólicos utilizados en la clínica**

*Tomas Brito Devoto, Francisco Sautua, Agustín Garrido, Laura Belén Gargiulo, Lara Sabrina Fenati, Leandro Gervasio Puca, Manuela Gordó, Mercedes Scandiani, Norma Formento, Alicia Luque, Marcelo Carmona, María Luján Cuestas*

### 02 – BIOSEGURIDAD

**Búsqueda de nuevos plaguicidas con baja toxicidad mediante la inhibición de una esteroles desaturasa específica de insectos.**

*Leandro Gervasio Puca, Annamária Fricska, Lara Sabrina Fenati, Laura Belén Gargiulo, Agustín Videla, Javier Ramírez, Leonardo Alonso, Alejandro David Nusblat*

**Monitoreo de la calidad microbiológica e identificación de micoflora en algunos frutos secos comercializados en la ciudad de Santa Fe (Argentina)**

*Juan Pablo Quintero-Cerón, Carolina Chiericatti, Melisa Vasquez, María Julia Spotti, Carlos Carrara*

### 03 – ECOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD

**Eventos extremos de precipitación estacional en la localidad de Zavalla, Santa Fe**

*Julia Gastaud, Alejandra Corone, Verónica Anibalini*

**Caracterización del ensamble de macrofauna hipogea en un lote agrícola en barbecho y con cultivos de cobertura invernales**

*Josefina Scaglione, Guillermo Montero, Sergio Montico*

### 04 - ECONOMÍA

**Integración de un planteo de cría bovina en empresas agrícolas de la región núcleo pampeana. Evaluación técnico – económica.**

*Cecilia Vigna, Juan Carlos Porstmann, Víctor Rolando González, Gonzalo Arrizabalaga*

**Evolución de la Unidad Económica Agrícola en el sur de Santa Fe en el período 2001-2020.**

*Victorina Rivera Rúa, Juan Carlos Porstmann, Carina Mancini, Rubén Ercoli, Cecilia Vigna, Agustín Wagner.*

### 05 – EDUCACIÓN EN CIENCIAS AGRARIAS Y NATURALES

**La enseñanza de Anatomía y Fisiología Animal en el marco de las nuevas Actividades Reservadas al Título Profesional para Ingeniería Agronómica**

*Fernanda Tolini, Griselda Muñoz, Javier Amelong, Fiorela Celoria, M. Nazarena Cordini, Ramiro Garfagnoli, Román Carignano, Marina Aguiar*

**Primeros resultados de una Investigación Educativa entorno a los contenidos de la Sociología Rural en carreras agronómicas**

*Evangelina Tifni, Marisa Gonnella, Darío Solís, Virginia Zamboni, Valeria Villa Rodríguez*

**La dimensión personal e institucional en la formación de la identidad y trayectoria de los docentes de la Tecnicatura Superior en Gestión Agropecuaria**

*Verónica Alejandra Galiñanes*

**El Aula invertida como estrategia de enseñanza-aprendizaje en Anatomía y Fisiología Vegetal**

*Verónica Alejandra Galiñanes*

**06 – EXTENSIÓN Y DESARROLLO RURAL****Las ingenieras agrónomas en la nueva ruralidad**

Liliana Duré, Silvana Seta, Adhemar Pascuale, Marisa Gonnella, Claudia Torres Zanott, Julieta Lázzari

**07 – MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BIOTECNOLOGÍA****Desarrollo de marcadores moleculares en base a estudios ómicos sobre dos progenitores de diferentes poblaciones base de un programa de mejoramiento genético de tomate.**

Paolo Cacchiarelli, Elizabeth Tapia, Guillermo R. Pratta

**Genes de la especie silvestre *Solanum pennellii* localizados en el cromosoma 8 afectan el tamaño, la forma y la vida poscosecha de los frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Felipe Trepát, Vladimir Cambiaso, Melisa Di Giacomo, Agustina P. Fortuny, Dana V. Vazquez, Javier H. Pereira da Costa, Gustavo R. Rodríguez

**Heredabilidad en sentido estricto para la caída de cariopses en *Panicum coloratum* var. *Makarikariense***

María Florencia Moresco Lirusso, Guillermo Raúl Pratta, Silvina Andrea Felitti

**Evaluación de parámetros nutricionales en variedades comerciales de arveja**

María Fernanda Guindon, Enrique Cointy

**Evaluación de una colección activa de lenteja para selección de parentales en un programa de biofortificación**

Fernando Maglia, Carolina Bermejo, Enrique Cointy

**Estudio de la regulación génica de la expresión floral por la vía autónoma en soja**

Mariana Virginia Cambursano, Victoria Moser, Juan Manuel Sacher, Julieta Sofía Bianchi, Carlos Alberto Cairo, Álvaro Quijano

**Caracterización de la productividad potencial de biomasa forrajera y de producción de semilla en germoplasma nativo de *Trichloris crinita***

Fernando José Gianinetti

**Evaluación de la Aptitud Combinatoria General (ACG) como criterio de selección de parentales en un programa de mejoramiento de arveja.**

Marcela Nuñez, María Andrea Espósito, Ileana Gatti

**Resultados cuarta prueba de desempeño de toretes criollos Sanmartinero en pastoreo en condiciones del Piedemonte Llanero-Meta-Colombia**

Jaime Aníbal Rosero-Alpala, Hernando Flórez-Díaz, Mauricio Leon-Llanos, Héctor Guillermo Onofre-Rodríguez, José Guillermo Velásquez-Penagos.

**Relación de SNPs del locus *Slick-gene* con la valoración cuantitativa de la longitud del pelo en bovinos mestizos**

Jaime Anibal Rosero-Alpala, Wilson David Rangel-Garcia, William Orlando Burgos-Paz

**Encapsulados de *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* INL1 generados mediante emulsificación y secado spray**

Paula A. Loyeau, María Laura Spotti, María Julia Spotti, Gabriel C. Vinderola<sup>2</sup>, Carlos R. Carrara

**Conservación por liofilización de *Lactocaseibacillus paracasei* 90: viabilidad, culturabilidad e integridad celular**

Guillermo Hugo Peralta, María Victoria Beret, María D. Milagros Bürgi, Elisa C. Ale, Luciano J. Martínez, Virginia H. Albarracín, Erica Hynes, Carina Bergamini

**Efluente derivado de la producción de concentrados de proteína de soja para la obtención de biomasa de *Lactocaseibacillus paracasei* 90**

María Victoria Beret, Guillermo H. Peralta, Renzo Sánchez, Luciana Vera-Candioti, Verónica I. Wolf, Erica R. Hynes, Carina V. Bergamini

**Desempeño de fermentos liofilizados de *Lactocaseibacillus paracasei* 90 como cultivo adjunto en queso cremoso**

María Victoria Beret, Guillermo H. Peralta, Paula Giménez, Elisa Ale, Erica R. Hynes, Carina V. Bergamini

**Residuos y subproductos derivados de la industria quesera para el crecimiento de lactobacilos mesófilos de interés industrial**

Mara Elisa Batistela, Guillermo Hugo Peralta, Erica Ruth Hynes, Carina Viviana Bergamini

**Influencia de ondas de ultrasonido en la culturabilidad, viabilidad, arquitectura celular, actividad enzimática y potencial metabólico de *Lactocaseibacillus paracasei* 90**

Guillermo Hugo Peralta, María D. Milagros Bürgi, Luciano J. Martínez, Virginia H. Albarracín, Irma Verónica Wolf, Adrián A. Perez, Liliana Santiago, Erica R. Hynes, Carina Viviana Bergamini

**Desarrollo de un queso fresco conteniendo galactooligosacáridos prebióticos***Claudia Inés Vénica, Florencia Antonella Bula, María Julia Spotti, María Soledad Caballero, María Cristina Perotti***Yogur incrementado en proteínas, reducido en lactosa y con bacterias probióticas. Efecto de la formulación en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y antioxidantes***Claudia Inés Vénica, Milena Aldana Solís, Carla Danisa Pérez, Gaspar Bontempi, Matías Luis Senovieski, Florencia Antonella Bula, Gabriel Vinderola, María Cristina Perotti***Desarrollo de yogures con niveles incrementados de lípidos bioactivos mediante homogeneización: análisis fisicoquímico y sensorial***María Ayelén Vélez, Agustín Zeiter, Soledad Caballero, Facundo Cuffia, Guillermo George, Silvina Rebechi, María Cristina Perotti***Influencia del uso de leche concentrada por ultrafiltración en la elaboración y perfiles de maduración de queso Cremoso***Paula Giménez, Guillermo A. George, María C. Perotti, Guillermo H. Peralta, María J. Spotti, María S. Caballero, Erica R. Hynes, Carina V. Bergamini***Evaluación de las propiedades de coagulación y rendimiento quesero de leche concentrada por ultrafiltración***Paula Giménez, María C. Perotti, Guillermo A. George, Erica R. Hynes, Carina V. Bergamini***08 – PRODUCCIÓN ANIMAL****Calidad y concentración espermática del bovino criollo Sanmartinero y Cebú Brahman bajo condiciones de la Orinoquía Colombiana***Diana Patricia Barajas Pardo, José Guillermo Velásquez Penagos, Sonia Lucia Gutiérrez Parrado, José Henry Velásquez Penagos, Jaime Anibal Rosero Alpala***Estudio técnico económico de alternativas de producción bovina del sistema doble propósito en el Meta-Colombia***Ciro Ortiz Valdés, Diana Patricia Barajas Pardo, José Henry Velásquez Penagos, Wilson David Rangel García, José Guillermo Velásquez Penagos***Manejo estratégico de la hembra bovina gestante del sistema doble propósito en Colombia***José Guillermo Velásquez Penagos, Sonia Lucia Gutierrez Parrado, Jaime Anibal Rosero Alpala, Hernando Flórez Díaz, Wilson David Rangel García,***Nivel de adaptación de tres composiciones raciales del bovino del sistema doble propósito en el piedemonte llanero colombiano***José Guillermo Velásquez Penagos, Jaime Anibal Rosero Alpala, Sonia Lucia Gutiérrez Parrado, José Henry Velásquez Penagos, Wilson David Rangel García***Comportamientos Positivos de Cerdos en Crecimiento-Terminación en Sistemas de Cama Profunda y al Aire Libre Durante la Época Fría. Bienestar Animal***Luciana Dichio, Daniel Campagna, Luciano Spinollo, Federico Mijoevich, Diego Somenzini, Patricia Silva, Graciela Cappelletti***Manejo de recursos zoogenéticos en el banco de germoplasma animal porcino Casco de Mula***Martha Yaned Gutiérrez Ibañez, Sonia Lucía Gutiérrez Parrado, Byron Abdel Hernández Ortiz***Comportamiento reproductivo del cerdo casco de mula en el banco de germoplasma porcino de Agrosavia Colombia***Martha Yaned Gutiérrez Ibañez, Sonia Lucía Gutiérrez Parrado, Byron Abdel Hernández Ortiz***09 – PRODUCCIÓN VEGETAL****Comparación de Índices Espectrales Normalizados Captados por Drones en la Discriminación de Rasgos Fenotípicos en Soja (*Glycine max* L. Merr.)***Néstor Di Leo, Agustina Forbice***Evaluación de Rutinas de Geoprocesamiento de Fotogramas Captados por Drones para la Obtención de Fotomosaicos de Índices Espectrales***Néstor Di Leo, Javier Giampaoli*



**Evaluación de materiales de espinaca bajo invernadero en General Pico, La Pampa***Rodolfo Grasso, Alberto Muguero, Carlos Pechín***Efecto de la aplicación de ácido giberélico en el cultivo de alcaucil cv Gurí sobre la calidad del capítulo.***Rodolfo Grasso, Rosana Rotondo, Mauricio Ortiz Mackinson, David Balaban, Gustavo Rodríguez, Andrea Escalante***Higiene y Seguridad laboral: riesgos en la producción de flores de corte en dos localidades de Argentina***Marta Pabelo, Mauricio Ortiz Mackinson***Efecto de bioinsumos de origen vegetal y microbiano en el crecimiento y producción del cultivo de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.)***Andrea Villalba, José Araujo, Stefania Venegas Tarancón, Marta Krautmann, María Paula Filippone, Alicia Mamani de Marchese***Evaluación del efecto de la aplicación en el suelo de bioestimulantes en los primeros estadios fenológicos de soja***Joel Spinozzi, José Berardi, Fabio Prats, Sergio Montico***10 – TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN****Evaluación Comparativa De Calidad De Modelos Digitales De Elevación Generados A Partir De Técnicas de Interferometría De Radar De Apertura Sintética***Javier Giampaoli, Néstor Di Leo***Detección de la Densidad y Uniformidad de Siembra en Maíz Mediante Vehículos Aéreos No Tripulados (Drones) y Software Orientado a Objetos***Agustina Forbice, Néstor Di Leo***Árboles de clasificación y Bosques aleatorios. Una evaluación del desempeño en la clasificación binaria mediante simulación.***Celina Beltrán, Ivana Gabriela Barbona***Análisis de la correcta clasificación de la técnica estadística Regresión Logística en datos simulados bajo distintos escenarios, para distintos tamaños de muestra.***Celina Beltrán, Ivana Barbona, Jesica Ciminari***Implementación de Mesas de Exámenes Virtuales durante la pandemia en la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Rosario (UNR)***Luciana Burzacca, Evelina Marinelli, Silvina García, Araceli Boldorini***11 – TECNOLOGÍA EN SUELOS Y AGUAS****Simulación del carbono orgánico del suelo y sus fracciones en el cultivo de soja con y sin inclusión de residuos de cultivos de cobertura***Josefina Scaglione, Sergio Montico, Guillermo Montero***Efectos de la inoculación y la fertilización sobre la producción de fitomasa y la eficiencia del uso del agua en el cultivo de cobertura de *Vicia villosa****José A. Berardi, Joel I. Spinozzi, Sergio Montico, Néstor C. Di Leo***Evaluación de la condición física edáfica en cultivos de cobertura***José A. Berardi, Joel I. Spinozzi, Sergio Montico, Emanuel Ceaglio, Ivan Van Kruijssen***Evaluación del agua del suelo y la producción de fitomasa de cultivos de servicios***Joel Spinozzi, José Berardi, Emanuel Ceaglio, Iván Van Kruiser, Sergio Montico*





# Ambiente



VI Jornadas de  
Ciencia y Tecnología  
de la FCA - UNR

## Los ingenieros agrónomos y su rol en los conflictos planteados por el uso de fitosanitarios en el territorio periurbano

Victoria Campos<sup>1</sup>, Susana Rosenstein, Ricardo Murray<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Cátedra Introducción a los Sistemas de Producción Agropecuarios, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.

<sup>2</sup>Agencia de Extensión Roldan. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

[vcampos@hotmail.com](mailto:vcampos@hotmail.com)

Uno de los cambios que produjo el proceso de modernización en el agro pampeano en los últimos 40 años fue la incorporación de nuevas tecnologías con la creciente utilización de productos fitosanitarios. Según Télam Agropecuario (citado por Agrofy News, 2018), sólo en el año 2017, el incremento fue del 5,6% con respecto al año anterior. En la provincia de Santa Fe se dictó en el año 1995, la Ley de Productos Fitosanitarios N° 11273, con el propósito de lograr un uso correcto y racional de los mismos, dejando en manos de las comunas y municipalidades el establecimiento de ordenanzas locales. En los últimos años, diferentes actores sociales comienzan a poner en cuestión el uso de fitosanitarios, emergiendo un conflicto ambiental, donde se contraponen el derecho a producir con el derecho a vivir en un ambiente sano.

En el presente trabajo nos planteamos analizar e interpretar las prácticas llevadas adelante por los ingenieros agrónomos, tanto durante el proceso de negociación para el establecimiento de las ordenanzas como en la redacción e implementación de las mismas, tomando dos localidades: Roldán y Zavalla. El universo de análisis está constituido por el conjunto de profesionales que actúa en cada una de las localidades seleccionadas. La variable a relevar fue la práctica llevada adelante por ellos durante el proceso de construcción e implementación de la ordenanza y el sentido que dicha práctica adquiere para el actor. Se realizaron entrevistas semiestructuradas a la totalidad de profesionales locales o bien hasta encontrar el grado de saturación en las respuestas.

Tanto Roldán como Zavalla son localidades agrícolas, cuya fundación estuvo directamente ligada a la expansión productiva de las tierras que tuvo lugar en nuestra región a partir del año 1850. Su dinámica social estrechamente ligada con la producción se vio modificada en ambas localidades a partir de migraciones internas ocurridas en los últimos años que convirtieron tierra rural en urbana. Fue a partir de ese momento que se comenzó a hablar de periurbano, una franja difusa, donde los límites entre lo urbano y lo rural no están claramente definidos, cuyas particularidades dependerán de las relaciones que se establezcan entre nuevos y viejos actores, de las formas de organización, del uso del suelo y otros factores que definirán la complejidad de este territorio (Barsky, 2005)

En la localidad de Roldán, ubicada en el sudeste de la provincia de Santa Fe a 30 km de la ciudad de Rosario, rige la Ordenanza N°738/2012. La mayoría de los profesionales que desarrollan su actividad aquí pertenecen al ámbito privado y en menor proporción al público. Dentro del primero, todos están relacionados en alguna medida con el uso de productos fitosanitarios. Para la mayoría de los entrevistados, **la aplicación de productos fitosanitarios se convirtió en problema** en la localidad a partir de la creación de los nuevos barrios. Los técnicos, en general, no se involucraron en la demanda de **una nueva ordenanza**. En relación con **la redacción**, sólo dos de ellos denunciaron haber participado. En **la etapa de implementación**, los del ámbito público no participaron dada la incompatibilidad con las actividades que realizan en sus respectivas instituciones. Por el contrario, los profesionales del ámbito privado, además de cumplir con lo establecido en la ordenanza se capacitaron para conocer los productos prohibidos, tuvieron que enfrentarse a situaciones de conflicto, algunos asumiendo nuevas prácticas de “mediación”.

Sus prácticas se limitaron a tratar de mediar en los conflictos en los que los vecinos los involucraban y a cumplir con los controles cuando los productores los demandaban. No estaban de acuerdo con las restricciones, pero no se involucraron, no hubo posibilidad de acciones colectivas que apuntaran a atenuar los conflictos reproduciendo así una tensión permanente dentro de la comunidad. Fue a partir de la convocatoria de AER Roldan y la conformación de una Mesa de

Diálogo con representantes de todos los sectores involucrados, que se comenzó a trabajar colectivamente para atenuar el nivel de conflicto.

La localidad de Zavalla se encuentra a 23Km de Rosario, en el sudeste de la provincia de Santa Fe. En la misma rige la Ordenanza N° 38/2011. Los ingenieros agrónomos alternan su **actividad profesional** entre el ámbito público y privado, de modo que sus prácticas están en todos los casos relacionadas con el uso de productos fitosanitarios. Los técnicos locales coincidieron en que **el problema surgió** en el mismo momento del dictado de la ordenanza en el año 2011 y lo instaló un grupo ecologista con el apoyo del presidente Comunal. También coincidieron en que no tuvieron participación ni en **la propuesta inicial ni en su redacción**. “La ordenanza fue una decisión del intendente, me enteré por el diario”. En relación con **la implementación**, todos los profesionales estuvieron involucrados, realizando actividades como asesores técnicos, regentes y/o productores. Tanto dentro del ámbito público como privado, sus prácticas se limitaron a cumplir con la ordenanza, poniendo en cuestión varios puntos de la misma pero sin formalizar el reclamo.

En los últimos años en Zavalla se crearon nuevos barrios que tornaron más difusos los límites entre lo urbano y lo rural y modificaron profundamente las relaciones sociales dominantes. Comenzó a tomar impulso la idea de modificar la ordenanza y algunos profesionales comenzaron a poner en cuestión su propia práctica alineada con los modelos dominantes. Nuevos proyectos emergieron: desde la Comuna una granja agroecológica y desde la Facultad de Ciencias Agrarias el SIPA (Sistema Integrado de Producción Agroecológica). También se incorporó un ingeniero agrónomo a la Comuna cuya función fue la de gestionar el uso de fitosanitarios incluyendo la fiscalización de las aplicaciones. Sin duda, estas acciones provocaron un incipiente cambio en las prácticas de los profesionales pero, además, implicaron la intención de construir un significado compartido entre los actores locales acerca de las características que debe adoptar el territorio periurbano.

Cambian las relaciones, se va transformando el territorio y, recursivamente, vuelven a cambiar las relaciones sociales existentes entre técnicos, nuevos vecinos y el poder local.

El surgimiento de las ordenanzas locales que regulan las aplicaciones en los periurbanos fueron causa y consecuencia de estos procesos de transformación.

Para ambas localidades la ordenanza no fue suficiente para cambiar las prácticas de los profesionales. Queda en evidencia que hace falta intercambio y recombinação de información, saberes, discursos y reflexión sobre las propias normas de acción para que los profesionales puedan empezar a pensar colectivamente que otras prácticas más sustentables son posibles impulsando un desarrollo más armónico dentro de los territorios.

## Bibliografía

01. Barsky, a. (2005). *El periurbano productivo: un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate con referencia al caso de Buenos Aires*. En: Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Vol IX num 194 (36). Recuperado de: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-194-36.htm>
02. Ley n°11273. Ley de Productos Fitosanitarios. Boletín Oficial de la Provincia de Santa Fe. 16 de Enero de 1996. Decreto reglamentario 0552/97
03. Télam Agropecuario (2018). Aumentó 5,6 por ciento el consumo de agroquímicos y fertilizantes en 2017. Citado por *Agrofy News*. Recuperado de: <https://news.agrofy.com.ar/noticia/173792/aumento-56-ciento-consumo-agroquimicos-y-fertilizantes-2017>.

## Las Evaluaciones de Impacto Ambiental en las normativas de feedlot de la región pampeana

María Verónica Alsina<sup>1-2</sup>, Griselda Muñoz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Legislación Agropecuaria

<sup>2</sup>Cátedra de Legislación Ambiental

<sup>3</sup>Cátedra de Anatomía y Fisiología Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

[dra.alsina@gmail.com](mailto:dra.alsina@gmail.com)

La evaluación de impacto ambiental (EIA), desde la última reforma constitucional y el posterior dictado de la ley de presupuestos mínimos general del Ambiente (LGA) N° 25.675, es reconocida como una de las principales herramientas de gestión ambiental, al determinar que toda obra o actividad que sea susceptible de degradar el ambiente en forma significativa estará sujeta a un procedimiento de EIA previo a su ejecución. Debido a que nuestro sistema de gobierno es federal y que la Convención Reformadora incluyó en el art. 124 que cada provincia ostenta el “dominio originario” de sus recursos, concepto que aún no ha sido plenamente definido siquiera por la CSJN (Sacristan, 2019), nos encontramos en un área de competencias concurrentes para el dictado de legislación ambiental. Si bien no contamos con una ley de presupuestos mínimos de EIA, la mayoría de las provincias han legislado al respecto incorporando esta herramienta. Desde los años noventa se ha incorporado en nuestro sistema productivo el feedlot (sistema de engorde de bovinos en confinamiento en pequeñas superficies con alimentación específica -balanceados, forrajes, granos- efectuada en forma manual y medicaciones determinadas, con el objeto de lograr en el menor tiempo posible una máxima eficiencia de conversión antes de ser sacrificados para consumo). Al respecto la comunidad científica ha demostrado impactos puntuales de la actividad en el ambiente; que unido a las reclamaciones sociales han generado la necesidad de dictar normativas ambientales que lo regulen. En nuestra región pampeana se concentra el mayor stock de ganadería en feedlot, producto del fenómeno de sojización y consecuente corrimiento de la frontera agrícola. El objetivo de este trabajo fue efectuar un análisis comparativo de la incorporación de la EIA en el derecho aplicable al feedlot en las provincias de la región pampeanas (Santa Fe, Córdoba, Buenos Aires, Entre Ríos y La Pampa). Se trabajó con una metodología cualitativa mediante análisis comparativo de documentos públicos. Estos documentos fueron las leyes provinciales que regulan el feedlot y las sentencias judiciales sobre feedlot que tratan la EIA; ambos de la región pampeana. Los fallos han sido incluidos para completar la mirada del derecho a través de la aplicación de la ley al caso concreto. No se ha necesitado la existencia de consentimiento informado ya que estos documentos han sido publicados en los boletines oficiales y en la web. Previo al análisis debemos consignar que las 5 provincias han dictado leyes de ambiente conteniendo a la EIA, o bien normas específicas sobre esta. Córdoba (ley de ambiente N° 7.343 (1.985), modif. y decreto reglamentario 2.131/00); Buenos Aires (ley de ambiente N° 11.723 (1.995), modif. y reglamentación Resolución 492/19 del OPDS); Santa Fe (ley de ambiente N° 11.717 (1.999), modif. y decreto reglamentario 101/03); La Pampa (ley de ambiente N° 1.914 (2.000), modif. y decreto reglamentario 2.139/03) y Entre Ríos (Decreto N° 4.977/09). En referencia a la regulación del feedlot, a excepción de La Pampa que no cuenta con una norma sobre la actividad, en las restantes provincias se han dictado normativas especiales sobre este tipo de producción. Entre Ríos y Buenos Aires lo hicieron regulándolo específicamente por las leyes N° 10.233 (2.013) y N° 14.867 (2.016). Santa Fe lo reguló mediante una norma de inferior jerarquía, la Resolución de la Secretaría de Medio Ambiente N° 23/09. Córdoba lo reguló como uno más de los sistemas intensivos y concentrados de producción animal (SIPA) mediante la ley N° 9.306 (2.006). Todas ellas incorporan en su articulado un espacio destinado a la EIA para habilitación e incorporación del feedlot al Registro respectivo. Si bien existe una uniformidad en el requerimiento de presentación del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y posterior aprobación de la EIA por la autoridad competente de cada provincia para las nuevas radicaciones; encontramos variabilidad en cuanto a las habilitaciones de los ya existentes al

momento de dictarse la norma o aquellos que aumenten las capacidades habilitadas. En la norma de Buenos Aires se impone el mismo requisito tanto a los instalados como a instalarse, y determina ciertos elementos específicos con los que deben contar los EsIA. Se establece como excepción que se pueda continuar sin la acreditación de ciertos requisitos por un plazo, determinando la autoridad de aplicación las condiciones “bajo las cuales aquél podrá continuar con su actividad sin afectación del Ambiente”, pero no lo exime de la EIA. Entre Ríos establece un plazo de 6 meses para dar cumplimiento a la normativa determinando una excepción de habilitación sin cumplir los requisitos si los establecimientos pecuarios de engorde a corral (EPEC) “acrediten fehacientemente a criterio de la Autoridad de Aplicación, que no causan perjuicio a los bienes protegidos” en la ley. Córdoba remite a la ley provincial de EIA pero determina en su articulado requisitos específicos con que debe contar el EsIA al igual que la norma de Buenos Aires. Si bien la EIA pareciera poder ser requerida indistintamente para los SICPA familiares (hasta 10 animales de ganado vacuno) y comerciales (más de 10 animales), la norma indica una diferenciación en relación a los ya existentes a su sanción. Para los SICPA comerciales establece la EIA y para los familiares “instalados en zonas no consideradas críticas y/o sensibles o de alta carga animal” solo deben presentar un informe sobre su actividad. No existe un criterio unánime en cuanto a la autoridad de aplicación en el comparativo de las normativas. Los fallos “Brisa Serrana c/ Emprendimientos Agropecuarios TGT SRL s/ amparo” CACyC de Mar del Plata – Sala 2 y “Ancore S.A. y ot. c/ Municipalidad de Daireaux s/ Daños y perjuicios” incluyen en sus resolutorios a la EIA. El primero otorga una relevancia fundamental su tratamiento y a la Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Analiza la DIA efectuada por el Municipio y realiza una interpretación sobre su revisión jurisdiccional atribuyendo esa potestad únicamente si el acto fuera manifiestamente ilegítimo o arbitrario y que por ello causare perjuicio sobre el “medio ambiente o la calidad de vida de sus habitantes” planteándola como el método idóneo para verificar la afectación. Parte de la doctrina considera que la Cámara valorizó a la DIA como el elemento que despejó “la incertidumbre sobre la viabilidad integral” del feedlot que se intentaba instalar, dejando toda la carga de seguridad en ella (Malanos, 2011). El segundo, además de transformarse de una reclamación de daños a una causa ambiental, pone como figura preponderante a la EIA al determinar el fallo la obligación a realizar los “estudios técnicos previos para conocer el impacto de la actividad antes de que la misma haya provocado los daños al ambiente que luego de provocados, serán irreversibles” y describe a la actividad con potencial “depredatorio para el ambiente”. La excepcionalidad que plantea la norma de Entre Ríos, de otorgar habilitación a EPEC ya instalados que no reúnan la totalidad de los requisitos exigidos en la ley, puede enfrentarnos a una inseguridad jurídica; ya que, si bien aún no conocemos la totalidad de los impactos que este tipo de producciones causan, si se conocen científicamente sus impactos puntuales. Aun así, injustificadamente, reposa en la Autoridad de Aplicación la potestad de discernir una autorización a funcionar, aunque no se cumpla con los requisitos legales, si “no causa un perjuicio” o como manifiesta la norma de Buenos Aires establecer las condiciones para funcionar “sin afectación del ambiente”. Algunos autores concuerdan en que “la discrecionalidad otorgada a la Autoridad de aplicación, al no establecerse qué requisitos pueden no ser exigidos, manifiesta un riesgo serio para el ambiente”, pero que la acreditación fehaciente no lo eximiría de la EIA (Acosta, 2014). Consideramos que el tratamiento de la EIA en las normas regulatorias provinciales del feedlot de nuestra región agropampeana adolece de falencias e inexactitudes que deben ser subsanadas. Entre las falencias mencionamos la regulación diferencial de la EIA para el feedlot, la diferencia de requisitos a exigir por las distintas legislaciones y la disímil regulación respecto de nuevos y existentes; e inexactitudes como establecer criterios discrecionales para los ya existentes y considerar a la EIA como un documento que hace plena prueba y ajeno a la actividad del juzgador. Esta herramienta genera una falsa sensación de seguridad en el juzgador que la toma como un requisito formal que, de aparecer, pareciera eximir de actividad procesal restando eficacia sobre el rol activo del juez en causas ambientales. Se debería avanzar en el tratamiento de una ley de presupuestos mínimos de EIA en uso de las facultades concurrentes a efectos de determinar pisos

ambientales posibilitando la complementariedad maximizadora de las provincias que posibilitaría una mayor seguridad en la protección del ambiente.

### **Bibliografía**

01. Acosta, G.G. (2014) Régimen jurídico ambiental aplicable al engorde bovino a corral en la República Argentina. En Campo Jurídico. Vol. 2, N° 2.
02. Esaín, J. (2002) El Derecho Agrario Ambiental y la cuestión de los feedlots. En Jurisprudencia Argentina. Vol. 4.
03. Malanos, N.L. (2011) Instrumentos que se aplican en la cadena de valor en Argentina. Su transversalidad con la agricultura, el ambiente y la alimentación. En Revista Estudios Agrarios. Número 49. ISSN 1405-2466
04. Sacristan, E. (2019) Los recursos naturales en la Constitución Nacional Argentina: La cuestión del dominio originario. Revista de Derecho Administrativo Económico, N° 30.



## **Análisis sistemático de la ley nacional de bosques nativos y las leyes provinciales para identificar sus herramientas de gestión ambiental**

**María Verónica Alsina<sup>1,2</sup>, Guillermo Peyrano<sup>1</sup>, Lucila Capitani<sup>1</sup>, Romina La Bruna<sup>2</sup>, Alfredo Bula<sup>2</sup>, M. Belén Sender<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Cátedra de Legislación Agropecuaria

<sup>2</sup>Cátedra de Legislación Ambiental

<sup>3</sup>Cátedra de Botánica morfológica y sistemática agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

[dra.alsina@gmail.com](mailto:dra.alsina@gmail.com)

Trágicos acontecimientos recientes de incendios forestales en Chubut y Rio Negro dan cuenta de situaciones que afectan a nuestros bosques nativos. Pero no es solo el fuego, sino también nuestros esquemas productivos y otras actividades antrópicas las que inciden fuertemente en ellos e impactan en el ambiente. Desde que en 1994 se incorpora a nuestra Constitución Nacional (CN) la cláusula ambiental en sus art. 41 a 43, el derecho humano a un ambiente sano adquiere rango constitucional. Para efectivizar ese principio se establece la facultad del estado nacional de dictar leyes de presupuestos mínimos (LPM). Estas son leyes que otorgan una protección al ambiente o a un aspecto del mismo, y han sido definidas por el Consejo Federal del Medio Ambiente (COFEMA), en su Resolución N° 92/04, como el “umbral básico de protección ambiental que corresponde dictar a la Nación y que rige en forma uniforme en todo el territorio nacional como piso inderogable que garantiza a todo habitante una protección ambiental mínima más allá del sitio en que se encuentre”. No debemos olvidar que el art. 124, reconoce a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en sus territorios. Esto significa que las provincias mantienen la titularidad y gestión de sus recursos, mientras que la nación tiene atribuciones para dictar la legislación protectora del ambiente con carácter obligatorio para todo el territorio. Las provincias deben dictar sus leyes tomando como base lo regulado por la nación complementando las mismas. La facultad del Congreso de dictar LPM incorporada en el art. 41 de la CN, en coexistencia con el art. 124 complejiza la cuestión al aparecer un “federalismo concertado para la distribución de competencias legislativas y ejecutivas entre el estado nacional y las provincias” (Minaverri, 2018). El dictado de una LPM por sí sola no determina una efectivización de la protección ambiental, sino que debe ser conformado un entramado normativo donde se vaya bajando al territorio su aplicabilidad, pudiendo ampliar esos pisos de protección, pero nunca restringirlos, generando lo que se denomina competencias concurrentes (Gago et al.; 2016). En ese marco en 2007 se sancionó la LPM de Protección Ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los Bosques Nativos (BN) N° 26.331, promulgada de hecho, y reglamentada dos años más tarde por el Decreto 91/09. Esto determinó un antes y un después en la protección de los BN que tuvo su incidencia en las legislaciones provinciales. En el año 2002 la LPM general del Ambiente (Ley N° 25.675), había establecido las distintas herramientas para una gestión ambiental; entre las que se destacan el Ordenamiento territorial (OT), las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) y la Participación ciudadana (PC) a través de consultas y audiencias públicas. Estas 3 herramientas fueron receptadas por la LPM de BN. En relación al OT se dispuso que, en el plazo máximo de un año, las provincias deberían realizar el Ordenamiento territorial de sus bosques nativos (OTBN) en base a los criterios de sustentabilidad indicados y establecer la categorización de zonas protegidas de acuerdo a la función y servicios ambientales que prestan. En cuanto a la EIA, para el otorgamiento de la autorización de desmonte o manejo sostenible dispone que será obligatorio tramitar el procedimiento de EIA y a su vez, incluir en este procedimiento a los mecanismos de PC establecidos en la ley. Y con respecto a la PC, la LGA, estableció que las autoridades deberán institucionalizar procedimientos de consultas o audiencias públicas como instancia obligatoria para la autorización de aquellas actividades que puedan generar efectos negativos sobre el ambiente. El objetivo de nuestro trabajo fue realizar un análisis sistemático de la



LPM de BN y las leyes de BN provinciales dictadas para identificar las herramientas ambientales incorporadas. Para ello se analizaron las leyes provinciales de BN y de OT dictadas con posterioridad a la ley 26.331 por las 23 provincias argentinas. La metodología utilizada fue el estudio de documentos públicos, esto es de la normativa provincial vigente sobre BN. Se relevaron las leyes promulgadas, se identificaron las herramientas de gestión ambiental establecidas y se procedió a un análisis sistemático. Del relevamiento efectuado se pudo identificar que, si bien las 23 provincias han dictado sus leyes de OTBN, sólo Salta y Río Negro lo hicieron dentro del plazo de un año dispuesto por la ley 26.331. Las restantes provincias fueron dictando las mismas paulatinamente, la mayoría en el plazo de 2 a 3 años. Entre los 4 y 6 años lo hicieron Jujuy, La Pampa, Neuquén, Tierra del Fuego y Santa Fe. A los 7 años Entre Ríos y a los 8 La Rioja. La última ley sancionada fue la de Buenos Aires en 2017. En lo relativo al dictado de una ley protectoria que complemente la normativa nacional solamente Salta, La Rioja, Catamarca, San Juan, Misiones, La Pampa, Buenos Aires, Corrientes, Mendoza, Río Negro y Tierra del Fuego, cuentan con una ley provincial de BN, aunque con escasas políticas de gestión ambiental. Las restantes han incorporado en sus normas de OTBN algunas de estas herramientas. En cuanto a la PC es una de las herramientas más novedosas del derecho ambiental y genera construcción de ciudadanía. Sin embargo, solo 9 provincias la han incorporado (Chaco, Tucumán, Catamarca, San Luis, Córdoba, Salta, La Pampa, Buenos Aires y Neuquén) con escaso desarrollo. Un caso aparte es Misiones que delega su reglamentación en el Poder Ejecutivo. Formosa la incorpora solamente a los fines de revisar el programa de OTBN. No debemos olvidar que el art. 26 de la LPM de BN establece expresamente la obligatoriedad de aplicar el procedimiento de consultas y audiencias públicas, sin embargo, las demás normativas provinciales no lo han incorporado. Otra herramienta de gran importancia es la EIA que la mayoría la regula en la norma específica. San Juan, Misiones y Neuquén remiten a sus leyes provinciales de EIA; mientras que Entre Ríos y Chubut delega en la autoridad de aplicación la forma de implementación de esta herramienta. Llamativamente Santa Fe, Santiago del Estero, Jujuy, Santa Cruz y Tierra del Fuego, no la han incorporado a su legislación. La problemática ambiental vinculada con la protección y el manejo de los BN en Argentina se encuentra en constante reformulación. Si bien todas las provincias han dictado sus respectivas leyes de OTBN, no todas lo han hecho en el plazo estipulado por la ley nacional. La falta de regulación sobre EIA y PC en varias normativas provinciales es de resaltar contribuyendo estas falencias a una desprotección de nuestros BN. Respecto de la EIA, podemos destacar el *leading case* “Salas Dino y ot c/ Pcia de Salta y Estado nacional” que fue dictado por la Corte Suprema de Justicia de la Nación en la causa por los desmontes en Salta, ordenando a los demandados a realizarla (Casalderrey Zapata, 2017). La PC es una de las mayores ausentes en las legislaciones contradiciendo la LPM de BN. Coincidentemente informes de la Fundación Ambiente y Recursos Naturales y la Auditoría General de la Nación lo indican en sus conclusiones como brechas para la aplicación de la normativa (Di Pangrazio y Cáceres, 2019) (AGN, 2017). A 13 años de su sanción todas las provincias han dictado sus OTBN; no obstante, en relación a las otras dos herramientas ambientales identificadas, encontramos graves falencias en cuanto a su incorporación. Ni la EIA o la PC han sido reguladas en la totalidad de las normativas relevadas. Sobre todo, el mecanismo de PC ha sido el más soslayado por las legislaciones provinciales. Si bien algunas provincias cuentan con una LBN, vemos que no por ello han incluido ambos mecanismos en su normativa. Entendemos que toda herramienta de gestión ambiental logra su mayor efectividad cuando es aplicada de manera preventiva, no solo por el impacto en términos ambientales sino también económicos y sociales, y que gran parte de la protección ambiental se debe hoy a la presión de la sociedad civil; por ello el no estar incorporada la PC en la mayoría de las legislaciones provinciales da muestra del escaso apego a la LPM de BN y a las obligaciones derivadas de ésta, generando desprotección. Sin olvidar que no se puede determinar el grado de efectividad de la norma cuando se ha identificado que no estamos aún ni en sus umbrales de aplicación.

**Bibliografía**

01. AGN (2017) Implementación de la Ley 26.331. Auditoría General de la Nación. Resolución 230/17. Col Auditores Nación
02. Casalderrey Zapata, M.C. (2017) ¿Cuánto 'vale' el bosque nativo? Usos políticos y económicos del concepto de servicios ambientales en un estudio de impacto ambiental en Salta, Argentina. Revista del Área de Estudios Urbanos del Instituto de Investigaciones Gino Germani de la Facultad de Ciencias Sociales UBA. Quid 16 N°8.
03. Di Pangraccio, A. y Caceres, N. (2019) Diagnóstico actualizado del estado de implementación Ley 26.331. Fundación Ambiente y Recursos Naturales FARN. ISBN 978-950-9427-35-8
04. Gago, M.E.; Gomez Zavaglia, T.; Rivas, F. (2016) Federalismo Ambiental: los recursos naturales y la distribución de competencias legislativas en la Constitución Nacional Argentina. Sistema Argentino de Información Judicial (SAIJ). Id SAIJ: DACF170396
05. Minaverri, C.M. (2018) El derecho ambiental en la gestión de los bosques nativos (Espinal) en Argentina. Sociedad y Ambiente. Año 6. Número 16. ISSN: 2007-6576.

## Análisis de la resistencia de aislamientos de *Aspergillus flavus* aislados de semillas de garbanzo y soja a antifúngicos triazólicos utilizados en la clínica

Tomas Brito Devoto<sup>1</sup>, Francisco Sautua<sup>2</sup>, Agustín Garrido<sup>1</sup>, Laura Belén Gargiulo<sup>1</sup>, Lara Sabrina Fenati<sup>3</sup>, Leandro Gervasio Puca<sup>3</sup>, Manuela Gordó<sup>4</sup>, Mercedes Scandiani<sup>5</sup>, Norma Formento<sup>6</sup>, Alicia Luque<sup>5</sup>, Marcelo Carmona<sup>2</sup>, María Luján Cuestas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires. Instituto de Investigaciones en Microbiología y Parasitología Médicas (IMPAM) UBA-CONICET, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup>Cátedra de Fitopatología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup>Universidad de Buenos Aires. Instituto de Nanobiotecnología (NANOBIOTEC) UBA-CONICET, Ciudad autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup>Laboratorio Agrícola Río Paraná, San Pedro, Argentina.

<sup>5</sup>Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Centro de Referencia de Micología (CEREMIC), Rosario, Argentina. <sup>6</sup>Estación Experimental Agropecuaria (EEA)-Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Paraná, Entre Ríos, Argentina.

[tomasbritodevoto@gmail.com](mailto:tomasbritodevoto@gmail.com)

*Aspergillus flavus* constituye la segunda especie de *Aspergillus* más frecuentemente aislada de pacientes con aspergilosis invasora (una forma clínica grave de la enfermedad con elevada tasa de mortalidad) y no invasora (ej., aspergilosis pulmonar crónica y la bronquitis). El tratamiento de primera línea de la aspergilosis se basa en el uso de antifúngicos triazólicos, como itraconazol, voriconazol y posaconazol. Los antifúngicos triazólicos constituyen, además, un grupo importante de fungicidas para el control de fitopatógenos fúngicos en la agricultura debido a su eficacia en un amplio espectro de especies. Dichas drogas tienen como blanco de acción a las 14- $\alpha$  esterol desmetilasas fúngicas (CYP51), enzimas clave en la vía biosintética del ergosterol; componente fundamental de la membrana celular fúngica. En *A. flavus*, los CYP51 están codificados por tres genes parálogos: *cyp51A*, *cyp51B* y *cyp51C* (Zhang *et al.*, 2019). Entre los mecanismos moleculares más frecuentemente descritos en *Aspergillus* spp. asociados a la resistencia a antifúngicos triazólicos, utilizados tanto en la clínica como en la agricultura, se incluyen las mutaciones puntuales o la sobreexpresión de dichos genes *cyp51* (Zakaria *et al.*, 2020).

Actualmente la emergencia de *Aspergillus* resistentes a antifúngicos triazólicos es considerada un importante problema de salud pública en todo el mundo. Esto es especialmente alarmante para *A. fumigatus*, cuyo principal mecanismo de resistencia a triazoles son las mutaciones puntuales en el gen *cyp51A* y su promotor (Snelders *et al.*, 2010). Aunque la resistencia adquirida a los triazoles ocurre esporádicamente en los pacientes que reciben tratamientos prolongados con dichos antifúngicos, la principal ruta de adquisición de la resistencia en *A. fumigatus* la constituye el medio ambiente. En relación a ello, la resistencia a los triazoles de uso clínico está estrechamente relacionada con el uso generalizado de fungicidas azólicos en la agricultura (Berger *et al.*, 2017). Actualmente, se conoce poco sobre la presencia de aislamientos de *A. flavus* resistentes a azoles tanto en el entorno clínico como en el ambiental. Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue estudiar la presencia de cepas de *A. flavus* aislados de semillas de cultivos locales con resistencia cruzada a los antifúngicos triazólicos utilizados en la clínica en nuestro país.

Para ello, se estudiaron 18 cepas de *A. flavus* aisladas de semillas de garbanzo y soja provenientes de las provincias de Buenos Aires y Salta, las cuales se identificaron a nivel de especie mediante PCR y secuenciación nucleotídica del gen de la calmodulina (Samson *et al.*, 2015). Se analizó el perfil de susceptibilidad a los antifúngicos clínicos mediante la determinación de la concentración inhibitoria mínima (CIM) con el método de la micro dilución en caldo, de acuerdo al documento M38-A2 del CLSI. A aquellos aislamientos con valores de CIMs superiores a los valores de corte epidemiológicos, se les estudió la presencia de mutaciones en los genes *cyp51A*, *cyp51B* y *cyp51C*. Para ello, amplificaciones por PCR de dichos genes utilizando cebadores específicos (Paul *et al.*, 2015), fueron secuenciados bidireccionalmente con *ABI BigDye Terminator v.3.1* (MacroGen Inc.). Las secuencias obtenidas fueron alineadas con secuencias salvajes depositadas en el GenBank

(NW0023477238, NW002477243, NW002477249) utilizando el algoritmo Muscle incluido en el programa Unipro UGENE v34.0.

Todos los aislamientos fueron identificados como *A. flavus sensu stricto*. De ellos, el 33,3% mostró valores de CIMs elevados a por lo menos un antifúngico triazólico. Uno de los aislamientos, mostró valores de CIMs altos para itraconazol (2 µg/ml), cuatro para voriconazol (4 µg/ml) y uno, para ambos antifúngicos (>8 µg/ml en ambos casos). Se observaron mutaciones puntuales en el CYP51C de todos los aislamientos *non-wild-type*. Sin embargo, algunas de estas mutaciones fueron también encontradas en las cepas *wild-type*; lo cual está en relación con la naturaleza polimórfica de este gen (Paul *et al.*, 2015). Los genes *cyp51A* y *cyp51B* no mostraron mutaciones asociadas a resistencia, aunque se observó presencia de codones de iniciación alternativos (no AUG) en algunas secuencias del CYP51A. La síntesis proteica generalmente comienza en un codón de inicio definido por un AUG y su secuencia circundante preferida; conocida en Eucariotas como secuencia de Kozak. La importancia cuantitativa de este contexto en los diferentes genes CYP51 no ha sido estudiada. Sin embargo, se ha visto en otras especies que la utilización de codones de inicio no AUG con contexto Kozak alternativo es utilizado con fines de lograr más de una localización intracelular, o como un mecanismo adicional de regulación de la traducción ante el estrés (Kearse y Wilusz, 2017). Este último mecanismo podría dar a las células el potencial de provocar respuestas rápidas y reversibles a cambios ambientales repentinos y situaciones de estrés (por ejemplo, en este caso, exposición a fungicidas triazólicos). Este control de la traducción juega un papel clave en la determinación de la abundancia de proteínas y la composición del proteoma y, probablemente, lograría regular la expresión de proteínas en un ambiente adverso. Por lo cual, se podría inferir que la síntesis de CYP51 en *A. flavus* podría variar entre los diferentes genes (CYP51A, B y C) a consecuencia del estrés ambiental causado por exposición a fungicidas usados en prácticas agrícolas. Es importante destacar que también podrían actuar otros mecanismos asociados a la resistencia a los antifúngicos como, por ejemplo, la sobreexpresión de los transportadores de eflujo (Price *et al.*, 2015). Más estudios son necesarios para poder demostrar las implicancias del uso de codones no AUG en CYP51A y la secuencia Kozak circundante.

Como conclusión se documenta por primera vez la presencia de aislamientos de *A. flavus* provenientes de semillas de garbanzo y soja, resistentes a azoles de uso clínico, y se detecta la iniciación de la traducción mediante el uso de codones no AUG y variabilidad de las secuencias Kozak en los genes *cyp51* para la síntesis de CYP51A.

## Bibliografía.

01. Berger, S., El Chazli, Y., Babu, A.F. y Coste, A.T. (2017) Azole resistance in *Aspergillus fumigatus*: a consequence of antifungal use in agriculture? *Frontiers in Microbiology*, 8:1024.
02. Kearse, M.G. y Wilusz, J.E. (2017) Non-AUG translation: a new start for protein synthesis in eukaryotes. *Genes & Development*, 31(17):1717-1731.
03. Paul, R.A.; Rudramurthy, S.M.; Meis, J.F.; Mouton, J.W. y Chakrabarti, A. (2015) A Novel Y319H Substitution in CYP51C Associated with azole resistance in *Aspergillus flavus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 59(10): 6615-6619.
04. Price, C.L.; Parker, J.E.; Warrilow, A.G.; Kelly, D.E. y Kelly, S.L. (2015) Azole fungicides - understanding resistance mechanisms in agricultural fungal pathogens. *Pest Management Science*, 71(8):1054-1058.
05. Samson, R.A.; Visagie, C.M.; Houbaken, J.; Hong, S-B.; Hubka, V.; Klaassen, C.H.W.; Perrone, G.; Seifert, K.A.; Susca, A.; Tanney, J.B.; Varga, J.; Kocsubé, S.; Szigeti, G.; Yaguchi, T. y Frisvad, J.C. (2014) Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. *Studies in Mycology*, 78: 141-173.
06. Snelders, E.; Karawajczyk, A.; Schaftenaar, G.; Verweij, P.E. y Melchers, W.J. (2010) Azole resistance profile of amino acid changes in *Aspergillus fumigatus* CYP51A based on protein homology modeling. *Antimicrobials Agents and Chemotherapy*, 54(6): 2425-2430.

07. Zakaria, A.; Osman, M.; Dabboussi, F.; Rafei, R.; Mallat, H.; Papon, N.; Bouchara, J-P. y Hamze, M. (2020) Recent trends in the epidemiology, diagnosis, treatment, and mechanisms of resistance in clinical *Aspergillus* species: A general review with a special focus on the Middle Eastern and North African region. *Journal of Infection and Public Health*, 13(1): 1-10.
08. Zhang, J.; Li, L.; Lv, Q.; Yan, L.; Wang, Y. y Jiang, Y. (2019) The fungal CYP51s: their functions, structures, related drug resistance, and inhibitors. *Frontiers in Microbiology*, 10: 691.



# Bioseguridad



VI Jornadas de  
Ciencia y Tecnología  
de la FCA - UNR

## Búsqueda de nuevos plaguicidas con baja toxicidad mediante la inhibición de una esteroles desaturasa específica de insectos.

Leandro Gervasio Puca<sup>1</sup>, Annamária Fricška<sup>1</sup>, Lara Sabrina Fenati<sup>1</sup>, Laura Belén Gargiulo<sup>1</sup>, Agustín Videla<sup>2</sup>, Javier Ramírez<sup>3</sup>, Leonardo Alonso<sup>1</sup>, Alejandro David Nusblat<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Nanobiotecnología (NANOBIOTEC) UBA-CONICET, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones en Microbiología y Parasitología Médicas (IMPAM) UBA-CONICET, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup>UMYMFOR (CONICET - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales), Universidad de Buenos Aires.

[gervasio.puca@gmail.com](mailto:gervasio.puca@gmail.com)

Las langostas y tucuras –saltamontes– (Orden Orthoptera) son insectos polívoros que pueden afectar a la actividad agrícola en forma directa y a la actividad ganadera, de forma indirecta, alimentándose de los recursos forrajeros y producir daños, también, en la vegetación nativa. Generan una emergencia en el sector agropecuario argentino y regional con significantes pérdidas económicas (Carrizo *et al*, 2015).

Estas plagas se tratan de eliminar y controlar mediante el uso de plaguicidas, como los piretroides, fenilpirazoles, organofosforados y organoclorados (prohibidos en Argentina), entre otros. No obstante, los mismos poseen como desventaja la toxicidad que presentan (desde extremadamente peligrosos a ligeramente peligrosos depende el compuesto y organismo susceptible), produciendo altos riesgos ambientales (Duran *et al*, 2013).

En este contexto existe una búsqueda activa y constante para el desarrollo de nuevos insecticidas con menor toxicidad.

La enzima C7 esteroles desaturasa es una monooxigenasa de tipo Rieske inicialmente descrita en insectos y nemátodos. Se han hallado ortólogos en otros animales, pero no en mamíferos, como también en otros organismos distantes evolutivamente como el ciliado de vida libre *Tetrahymena thermophila* (Najle *et al*, 2013).

Esta enzima introduce un doble enlace en la posición C7 del colesterol, transformándolo en 7-dehidrocolesterol (provitamina D3). En insectos la C7 esteroles desaturasa participa en la síntesis de hormonas esteroideas, siendo imprescindible en la etapa embrionaria y en el desarrollo larvario (Yoshiyama-Yanagawa *et al*, 2011). Se han identificado ortólogos de la C7 esteroles desaturasa en varios insectos incluyendo los pertenecientes al orden Orthoptera, como es el caso de la langosta migratoria (*Locusta migratoria*). Debido a su rol en el desarrollo en insectos, y no estar presente en mamíferos, la C7 esteroles desaturasa podría utilizarse como blanco para el desarrollo de nuevos insecticidas de uso agropecuario y doméstico. Dichos insecticidas tendrían como mecanismo de acción la inhibición de la enzima, lo que llevaría a la detención del desarrollo embrionario y posterior muerte de los insectos. De esta forma podrían adoptarse nuevos enfoques para el control de plagas que afectan la actividad agropecuaria, como lo son las langostas (*Schistocerca gregaria*) y las tucuras (*Tropidacris collaris*). No obstante, la estructura tridimensional y el mecanismo de acción de la C7 esteroles desaturasa son desconocidas al día de hoy, por lo que es necesaria la caracterización de la misma para el desarrollo racional de inhibidores.

Dado que la enzima se encuentra en el organismo ciliado modelo *Tetrahymena thermophila*, y que el mismo se emplea para la investigación básica y aplicada debido a su fácil y económica manipulación en el laboratorio debido a su gran tasa de crecimiento, tiempo de duplicación alto, disponibilidad de técnicas moleculares y genéticas además de no ser patógeno, se lo utilizó para el estudio de la enzima C7 esteroles desaturasa (Ruehle *et al*, 2016).

Los objetivos de este trabajo fueron: i) Evaluar posibles compuestos insecticidas en base a similitud con el sustrato y el uso de bibliografía. ii) Sobreexpresar y purificar de la enzima C7 esteroles desaturasa para la posterior determinación de las características conformacionales de la proteína e identificación de posibles inhibidores de forma racional.



Las materiales y métodos empleados fueron: para evaluar posibles compuestos con acción insecticida en primer lugar se seleccionaron compuestos en base a similitud con el sustrato y una búsqueda bibliográfica actualizada en diferentes bases de datos científicas y de patentes. A los mismos se le determinó su solubilidad y aquellos solubles en el rango de 10 a 100  $\mu\text{M}$  en solución acuosa se les evaluó la actividad inhibitoria *in vivo*, utilizando el ciliado *T. thermophila*. El ciliado se cultivó a 30°C, 100 RPM en microplacas de 24 pocillos conteniendo 1.5 ml de medio PPYE y el cultivo se suplementó con 20  $\mu\text{g/ml}$  de colesterol como sustrato y con el agregado de los compuestos seleccionados. Se tomaron muestras a las 72 hs y se analizó la actividad C7 desaturasa en base a la cuantificación de los productos formados que posean insaturación en  $\Delta^7$  (7-dehidrocolesterol y 7,22-bisdehidrocolesterol) por HPLC. Se calculó la media de los productos cuantificados por cada condición por triplicado y se analizó estadísticamente si existían diferencias. Para la expresión de la enzima, se generaron constructos genéticos, optimizando la frecuencia de usos de codones del gen, para su expresión en *E. coli*. Se diseñaron constructos conteniendo la enzima completa como también eliminando una región transmembrana en el extremo N-terminal de la misma para facilitar el correcto plegamiento de la proteína en un sistema heterólogo. Además, se fusionó el gen a expresar a la proteína Maltose Binding Protein (MBP) para facilitar su purificación mediante cromatografía de afinidad. La síntesis se realizó como servicio en la empresa GenScript. Se generaron los plásmidos recombinantes para transformar diferentes cepas de *E. coli* optimizadas para la expresión proteica como ser BL21 (DE3), Rosetta (DE3) y C41 (DE3). Como resultado del presente trabajo se seleccionaron diez compuestos con posible actividad inhibitoria a analizar y con una solubilidad entre 10 y 100  $\mu\text{M}$ . Ninguno de los mismos mostró una diferencia significativa (*t*-test,  $P \leq 0.05$ ) en la actividad C7 esterol desaturasa con respecto al control. Por otro lado, se pudo expresar satisfactoriamente la enzima recombinante, tanto la forma entera como también la forma truncada (sin región transmembrana N-terminal). Además, se logró purificar la enzima mediante el uso de cromatografía de afinidad mediante la unión de la proteína de fusión MBP utilizando el sistema maltosa-amilosa. Por último, se logró digerir la proteína de fusión mediante el uso de la proteasa TEV (endopeptidasa del Tobacco Etch Virus). Como conclusión, en el presente trabajo se sentaron las bases para el desarrollo de nuevos insecticidas que tengan como blanco la inhibición de la enzima C7 esterol desaturasa. Se generó y se puso a punto un sistema *in vivo* para la determinación de la actividad e inhibición de la enzima y se obtuvo un sistema de producción de la proteína recombinante. Esto permitirá seguir ensayando posibles inhibidores como también determinar la conformación de la proteína mediante técnicas espectroscópicas y biofísicas y utilizar programas de modelado estructural para predecir la estructura del complejo enzima-sustrato e identificar posibles inhibidores de forma racional.

### Bibliografía

01. Carrizo, B.N.; Funes, C.F. y Kirschbaum, D.S. (2015) Informe Técnico: Reconocimiento, Monitoreo y Control de Langostas. *INTA EEA Famaillá*.
02. Durán, V.B.; De La Cruz Malavassi, E.; Ledezma, G.H. y Muñoz, F.R. (2013) Uso de plaguicidas en cultivos agrícolas como herramienta para el monitoreo de peligros en salud. *Uniciencia*, 27(1), pp.351-376.
03. Najle, S.R.; Nusblat, A.D.; Nudel, C.B. y Uttaro, A.D. (2013) The Sterol-C7 desaturase from the ciliate *Tetrahymena thermophila* is a Rieske Oxygenase, which is highly conserved in animals. *Molecular biology and evolution*, 30(7), pp.1630-1643.
04. Ruehle, M.D.; Orias, E. y Pearson, C.G. (2016) Tetrahymena as a unicellular model eukaryote: genetic and genomic tools. *Genetics*, 203(2), pp.649-665.
05. Yoshiyama-Yanagawa, T.; Enya, S.; Shimada-Niwa, Y.; Yaguchi, S.; Haramoto, Y.; Matsuya, T.; Shiomi, K.; Sasakura, Y.; Takahashi, S.; Asashima, M. y Kataoka, H. (2011) The conserved Rieske oxygenase DAF-36/Neverland is a novel cholesterol-metabolizing enzyme. *Journal of Biological Chemistry*, 286(29), pp.25756-25762.

## Monitoreo de la calidad microbiológica e identificación de micoflora en algunos frutos secos comercializados en la ciudad de Santa Fe (Argentina)

Juan Pablo Quintero-Cerón<sup>1</sup>, Carolina Chiericatti<sup>2</sup>, Melisa Vasquez<sup>1</sup>, María Julia Spotti<sup>1</sup>, Carlos Carrara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Estudios Fisicoquímicos de Alimentos. Instituto de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (UNL), (Santa Fe Capital, Argentina).

<sup>2</sup>Laboratorio de Microbiología. Departamento de Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (UNL), (Santa Fe Capital, Argentina).

<mailto:jupaquince@gmail.com>

Los frutos secos son apreciados a nivel mundial por su consumo como snack y su inclusión en diversas preparaciones como ingrediente (Azeredo *et al.*, 2020), el interés por incluirlos en la dieta subyace en las modas y tendencias en cuanto a alimentación y salud, que se sustentan parcialmente en sus diversas propiedades biológicas, especialmente su rol en la prevención de enfermedades involucradas con reacciones de estrés oxidativo (Bodoira y Maestri, 2020). En La Argentina, la producción de frutos secos, comprende un sector con 30000 ha cultivadas, el país es superavitario en nueces, pecanes, castañas, y a través de la importación, de almendras, avellanas, pistachos y castañas de cajú, se termina por suplir el mercado interno (INTA, 2015). Mayormente comercializadas sin pericarpio o cáscara protectora, se convierten en alimentos susceptibles de deterioro por oxidación lipídica y subsecuentes cambios organolépticos. En cuanto a calidad microbiológica, no suelen experimentar cambios que conlleven al detrimento del producto, puesto que la reducida actividad de agua ( $a_w$ ), no favorece el crecimiento de patógenos, excepto para las castañas. Sin embargo, algunos estudios han reportado la presencia de mohos potencialmente toxigénicos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* tales como *A. niger*, *A. flavus*, *A. parasiticus*, *P. crustosum*, entre otros (Tournas *et al.*, 2015). En este sentido, el objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad microbiológica de algunos frutos secos empacados en materiales rígidos (PET: tereftalato de polietileno) y listos para el consumo, comercializados en la ciudad de Santa Fe Capital (Argentina) así como identificar las posibles especies fúngicas aisladas. Para esto, 4 diferentes muestras representativas de almendras (*Prunus dulcis*), nueces (*Juglans regia*) y castañas de cajú (*Anacardium occidentale*) fueron adquiridas en reconocidos supermercados de la ciudad, y posteriormente transportadas al laboratorio. Estas muestras fueron homogenizadas individualmente para reducir el tamaño de partícula de manera aséptica. Se tomaron 10 g del homogenizado y se añadieron a 90 ml de agua peptonada tamponada (Biokar diagnostics, France), seguidamente diluciones seriadas fueron preparadas ( $10^{-1}$ - $10^{-4}$ ) con el fin de determinar: conteo de mohos y levaduras por plaqueo en profundidad (MEA - Agar extracto de levadura, incubación 5 d, 27°C); mesófilos aerobios totales mediante recuento en placa agar (Britania, CABA, Argentina) (48 h, 37°C); enumeración de enterobacterias usando agar violeta cristal-rojo neutro-bilis-glucosa o VRBG (Merck, Darmstadt, Alemania) (48 h, 37°C) y conteo de *E. coli* y coliformes en medio cromogénico (CHROM agar<sup>TM</sup> ECG, Paris – Francia). El aislamiento e identificación de mohos se efectuó mediante: a) plaqueo directo sobre MEA, para este fin aproximadamente 4 o 5 frutos secos fueron ubicados por placa hasta alcanzar mínimo 50 frutos secos por muestra e incubados (5 d, 27°C), seguidamente, los géneros fúngicos que crecieron sobre el medio o usaron el fruto seco como sustrato, fueron aislados en medios específicos: MEA, CYA (Czapeck extracto de levadura) y G25N (Agar glicerol nitrato). La identificación se efectuó luego de 7 días a 25 °C y considerando características macroscópicas (morfología, pigmentación, esporulación) y microscópicas mediante el uso de las claves taxonómicas de Pitt y Hocking (2009). Adicionalmente, se determinó el porcentaje de frecuencia (%Fr) y abundancia (%Ab) de las especies fúngicas aisladas (Rivas *et al.*, 2019). Los resultados obtenidos mostraron que el conteo de mohos y levaduras fueron bajos y variaron entre 1 log<sub>10</sub> UFC/g para el caso de castaña de cajú, 2,7 log<sub>10</sub> UFC/g en almendras y 2.8 log<sub>10</sub> UFC/g para nueces. Los valores máximos para mesófilos aerobios totales variaron entre 1,3 log<sub>10</sub> UFC/g en castañas de cajú, 2,7 ± 0,3 log<sub>10</sub> UFC/g en nueces y 2.8 ± 0,5 log<sub>10</sub> UFC/g en

almendras. La presencia de enterobacterias no fue significativa para ninguna de las muestras de frutos secos analizadas, aspecto similar al encontrado en el recuento de *E. coli* y coliformes por medio cromogénico, en el cual se verificó una baja presencia de estos microorganismos, exceptuando nueces ( $2,64 \log_{10}$  UFC/g). Como se lista en la Tabla 1, mediante claves se determinaron 7 tipos diferentes de especies pertenecientes a 5 géneros fúngicos. Cabe resaltar que *Rhizopus stolonifer* y *Penicillium sp.*, estuvieron presentes en las tres diferentes matrices alimentarias muestreadas. *Aspergillus niger* mostró una frecuencia de 100% en nueces y del 75% en castaña de cajú. *A. flavus* y *A. ochraceus* estuvieron con una menor frecuencia en nueces (14,6%) y castañas (12,5%). La presencia de ciertas especies podría comprometer en el futuro la calidad de los frutos secos puesto que sus metabolitos secundarios denominados micotoxinas se relacionan con la generación de serios problemas de salud. Es el caso de *A. niger*, esta especie ha sido relacionada con la producción de por lo menos 145 metabolitos entre ellos ocratoxina A (OTA) y fumonisina B2 (FB2). Las aflatoxinas son producidas principalmente por *A. flavus* y *A. parasiticus* (Sataque Ono *et al.*, 2011). Si bien el presente estudio no incluyó la determinación de micotoxinas se recomienda efectuar un seguimiento a pesar de los bajos recuentos de mohos y levaduras.

**Tabla 1.** Frecuencia (%Fr) y abundancia (%Ab) de la micoflora aislada de frutos secos empacados

| Microorganismo                            | Almendras   |            | Nuez        |             | Castaña de Cajú |             |
|---|-------------|------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|
|   | % Ab        | % Fr       | % Ab        | % Fr        | % Ab            | % Fr        |
| <i>Rhizopus stolonifer</i>                | <b>55,6</b> | <b>100</b> | <b>19,8</b> | <b>33,3</b> | <b>2,8</b>      | <b>25,0</b> |
| <i>Penicillium sp.</i>                    | 44,4        | 87,5       | 34,7        | 100         | 40,1            | 81,3        |
| <i>Aspergillus flavus</i>                 |             |            | 2,0         | 14,6        | 4,2             | 12,5        |
| <i>Aspergillus niger</i>                  |             |            | 33,7        | 100,0       | 45,8            | 75,0        |
| <i>Fusarium sp.</i>                       |             |            | 9,9         | 8,3         | N.D             | N.D         |
| <i>Syncephalastrum racemosum</i> J.Schrot |             |            |             |             | 3,5             | 6,3         |
| <i>Aspergillus ochraceus</i>              |             |            |             |             | 3,5             | 6,3         |

## Bibliografía

01. Azeredo, H. M. C. De, Otoni, C. G., Assis, O. B. G. De, Forato, L. A., y Bernardes-Filho, R. (2020). In a nutshell: Prospects and challenges on coatings for edible kernels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(6), 2321-2326.
02. Bodoira, R., y Maestri, D. (2020). Phenolic Compounds from Nuts: Extraction, Chemical Profiles, and Bioactivity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(4), 927-942.
03. INTA. (2015). Frutos secos: Evolución del mercado internacional y situación argentina. INTA. <https://inta.gob.ar/documentos/frutos-secos-evolucion-del-mercado-internacional-y-situacion-argentina>
04. Pitt, J. I., y Hocking, A. D. (2009). *Fungi and food spoilage* (Vol. 519, p. 388). New York: Springer.
05. Rivas, M. Z., Piagentini, A. M., y Frisón, L. N. (2019). Flora fúngica contaminante natural de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L. O'Neal) frescos y tratados térmicamente. *FAVE Sección Ciencias Agrarias*, 18(2), 63-72. <https://doi.org/10.14409/fa.v19i2.8787>
06. Sataque Ono, E. Y., Hirooka, E. Y., Rossi, C. N., y Ono, M. A. (2011). Chapter 13—Mycotoxins in Seeds and Nuts. En V. R. Preedy, R. R. Watson, & V. B. Patel (Eds.), *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention* (pp. 121-127). Academic Press.
07. Tournas, V., Niazi, N., y Kohn, J. (2015). Fungal Presence in Selected Tree Nuts and Dried Fruits. *Microbiology Insights*, 8, 1-6.



# Ecología y Biodiversidad



VI Jornadas de  
Ciencia y Tecnología  
de la FCA - UNR

## Eventos extremos de precipitación estacional en la localidad de Zavalla, Santa Fe

Julia Gastaud<sup>1,2,3</sup>, Alejandra Coronel<sup>1</sup>, Verónica Anibalini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Climatología Agrícola/Climatología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

<sup>2</sup>Cátedra de Zoología General, Lic. RRNN, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

<sup>3</sup>Cátedra de Biología y Ecología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario.

[juliagastaud@gmail.com](mailto:juliagastaud@gmail.com)

Hace años que se observa una tendencia al incremento de los eventos extremos en el tiempo y clima del mundo, producto del calentamiento global (Westra *et al.*, 2013). Particularmente en el centro de Argentina, el clima tiende a condiciones más cálidas y húmedas, aumentando la magnitud y frecuencia de temperaturas extremas y lluvias intensas (Cavalcanti *et al.*, 2015; Muller *et al.*, 2021). Estos eventos han causado grandes pérdidas económicas en el sector agrícola-ganadero, consecuencia de las inundaciones. Pero también la falta de precipitaciones (PP), es un evento que está en aumento, provocando estaciones de sequía prolongada y causando grandes daños económicos y sociales. La localidad de Zavalla, en la provincia de Santa Fe, se ubica en el centro de la región agrícola de Argentina. Climáticamente, la temperatura media promedio es de 17°C, su régimen de precipitaciones es semi-monzónico, no contando con estaciones secas marcadas a lo largo del año, con un total anual que varía entre 511 a 1358 milímetros (mm), siendo la media de 960 mm (Sacchi *et al.*, 2002; Coronel *et al.*, 2012). El objetivo de la presente contribución es determinar los eventos extremos –mínimos y máximos- a nivel trimestral que acontecieron en la localidad de Zavalla desde 1973 hasta 2020 y determinar la capacidad predictora del índice ENOS (El Niño Oscilación del Sur) de dichos extremos. Para ello, se utilizaron los datos de precipitación obtenidos de la Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR), Zavalla, desde enero de 1973 a diciembre de 2020. Se dividieron a los años en cuatro trimestres (T), correspondiente a las estaciones del año, para realizar el análisis: el Trimestre 1 (T1) corresponde a verano e incluye diciembre, enero y febrero; el Trimestre 2 (T2) a otoño, comprendiendo marzo, abril y mayo; el Trimestre 3 (T3) a invierno (junio, julio y agosto) y el Trimestre 4 (T4) a primavera: septiembre, octubre y noviembre. Se trabajó con percentiles. Para determinar los años con eventos extremos de precipitación positivos (considerados excesos) se utilizó el percentil 90 (P90). Para denotar los extremos negativos (déficits) se utilizó el percentil 10 (P10). Los P90 y P10 de cada trimestre se relacionaron de manera descriptiva con el valor del ENOS para el respectivo trimestre y año. Posteriormente, se realizó una correlación de Spearman (r) entre los trimestres de toda la serie y el valor del índice ENOS para igual trimestre (lag0) y luego se fue desfasando 11 trimestres hacia atrás (lag1-11). De esta forma, para cada trimestre se determinaron cinco años con eventos extremos positivos y cinco años con negativos (Tabla 1). Teniendo en cuenta la serie completa, T1, con una mediana de 348 mm fue el trimestre más lluvioso, correspondiéndose con el régimen de precipitaciones de la localidad. El P90 fue de 500 mm, siendo el año 1997 el extremo con mayor exceso de PP de la serie con 609,4 mm. El P10, de 212 mm, presentó al año 1985 como extremo negativo con 146,6 mm. Para T2 la mediana fue de 259 mm, el P90 de 397 mm y el P10 de 144 mm, siendo los años extremos máximos y mínimos 1994 (471,3 mm) y 2008 (81 mm), respectivamente (Tabla 1). En el caso de T3, invierno, se corresponde con el trimestre menos lluvioso, con una mediana de 86 mm, P90 de 161 mm, siendo el extremo positivo 1992 con 268,5 mm precipitados y P10 de 25 mm, con un extremo negativo máximo de 5,7 mm en 1995. Por último, el T4, con una mediana de 233,5 mm, P90 de 380 mm y P10 de 150 mm presentó sus extremos máximos y mínimos en 2012 (499,1 mm) y 2020 (42,5 mm) respectivamente. Gráficamente se determinó una tendencia a la baja del monto de PP para todos los T. Con respecto a la relación con el ENOS, para el T1 se observó que de cinco años con valores iguales o mayores a P90, tres correspondieron a año Niño, lo que indicaría una tendencia. No se encontró relación entre los valores de P10 de T1 y el índice para igual trimestre. En cambio, para el resto de los trimestres,



la mayoría coincidieron con T neutros de ENOS, por lo tanto, los excesos o los valores de PP mayores o iguales a P90 no estarían explicados por T Niño del índice. Al considerar los totales de P90 de todos los T de la serie se determinó que ocho de los 20 años encontrados ocurrieron en las últimas 2 décadas y si sumamos que en la década del 90 ocurrieron cinco de estos extremos de excesos, podemos determinar claramente un aumento de la variabilidad de las precipitaciones en los últimos 30 años. Para el caso de los extremos negativos, T4 fue el trimestre que en la mayoría de sus años de déficit fueron correspondiente a La Niña (cuatro de cinco años evaluados). El resto de los trimestres no mostraron una relación con respecto a igual trimestre del índice. Al realizar el análisis de correlación de T1 con el mismo trimestre y los posteriores sucesivos hasta un lag11 se comprobó que si bien los valores de r no son altos, explicarían entre un 19 a un 25% los montos de PP de dicho T pero no de manera significativa. En cuanto al análisis r de T2 y T3 con el mismo T del índice y los lag 1 a 11 no se encontró relación lineal. Solo se encontró relación lineal y significativa entre T4 y el índice para igual T y los posteriores sucesivos hasta un lag11. Finalmente, se observó que de los 20 años que mostraron extremo de déficit, 14 ocurrieron en los últimos 30 años.

Concluimos que en los últimos 30 años aumentaron los extremos tanto de déficit como de exceso, que las PP para la localidad de Zavalla presentan una tendencia a la baja, contrario a lo que plantea Müller *et al.* (2021) para la región y finalmente que el índice ENOS explica de manera significativa únicamente las PP primaverales (T4), lo que demuestra la posible influencia de otras circulaciones sobre las PP del resto de los T.

**Tabla 1.** Años con extremos positivos (P90) y negativos (P10) de precipitación para cada trimestre.

|    | P90                          | P10                          |
|----|------------------------------|------------------------------|
| T1 | 1977, 1986, 1984, 1998, 2010 | 1985, 2020, 1983, 1989, 2002 |
| T2 | 1994, 2000, 2001, 2002, 1987 | 2008, 2013, 1974, 1984, 1997 |
| T3 | 1992, 1973, 2015, 1977, 1991 | 1995, 1996, 2008, 2007, 2018 |
| T4 | 2012, 2000, 2002, 1978, 1990 | 2020, 1999, 2010, 1974, 2003 |

## Bibliografía

01. Cavalcanti, I.F.A.; Carril, A.F.; Penalba, O.C.; Grimm, A.M.; Menéndez, C.G.; Sanchez, E.; Chechi, A.; Sörensson, A.; Robledo, F.; Rivera, J.; et al. (2015) *Precipitation extremes over La Plata Basin—review and new results from observations and climate simulations*. J. Hydrol, 523, 211–230, doi: 10.1016/j.jhydrol.2015.01.028.
02. Coronel, A.; Costanzo, M.; Sacchi, O. (2012) *Variabilidad climática de los componentes del balance hídrico seriado en el sur de Santa Fe*. Ciencias Agronómicas XIX: 7-11.
03. Muller, G.V.; Lovino, A.M.; Sgroi, L.C. (2021) *Observed and Projected Changes in Temperature and Precipitation in the Core Crop Region of the Humid Pampa, Argentina*. Climate, 9, 40; <https://doi.org/10.3390/cli9030040>.
04. Sacchi, O.; Dalla, M.N.; Costanzo, M.; Coronel, A. (2002) *Caracterización de las precipitaciones en la zona de Zavalla*. Revista de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR 2: 91-103.
05. Westra, S.; Alexander, L.V.; Zwiers, F.W. (2013) *Global Increasing Trends in Annual Maximum Daily Precipitation*. J. Clim, 26: 3904–3918; doi:10.1175/JCLI-D-12-00502.1.

## Caracterización del ensamble de macrofauna hipogea en un lote agrícola en barbecho y con cultivos de cobertura invernales

Josefina Scaglione<sup>1</sup>, Guillermo Montero<sup>2,3</sup>, Sergio Montico<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Manejo de Tierras, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

<sup>2</sup>Cátedra de Zoología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

<sup>3</sup>IICAR-CONICET.

[scaglionejosefina@gmail.com](mailto:scaglionejosefina@gmail.com)

Los organismos de la macrofauna edáfica juegan un rol fundamental en la mejora y el mantenimiento de la calidad del suelo (Hendrix *et al.*, 1990; Stinner & House, 1990). Dentro de sus múltiples actividades promueven la humificación y mineralización de la materia orgánica, mejorando las propiedades físicas y químicas del suelo (Lavelle *et al.*, 1997). En muchos suelos de la región pampeana, cuyo esquema productivo se caracteriza por una marcada tendencia hacia el monocultivo de soja en siembra directa, se han detectado severos procesos de degradación física, química y biológica (Domínguez *et al.*, 2018). En consecuencia, resulta imprescindible la implementación de prácticas de manejo más sustentables que promuevan los diversos servicios ecosistémicos que provee la fauna edáfica en estos ambientes. El objetivo de este trabajo fue caracterizar el ensamble de macrofauna hipogea de un sitio agrícola en barbecho, y antes y después de la supresión del crecimiento de diferentes cultivos de cobertura (CC) invernales. Se trabajó en un ensayo instalado en el Campo Experimental J.F. Villarino (Zavalla, Santa Fe), cuyo diseño fue en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Los muestreos se realizaron el 07/05/2020 (previo a la siembra de los CC) (datos ya publicados, Scaglione *et al.*, 2020a) y el 02/11/2020 (luego de la supresión de los CC y previo a la siembra de los cultivos estivales) en los siguientes tratamientos: A<sub>1</sub>) Barbecho-Maíz; A<sub>2</sub>) CC Vicia-Maíz; B<sub>1</sub>) Barbecho-Soja; B<sub>2</sub>) CC Triticale-Soja. Se extrajeron 48 muestras (cuatro muestras por parcela), que consistieron en bloques de suelo de 20 cm de lado × 20 cm de profundidad. En el laboratorio se realizó la separación manual de los organismos presentes (*hand-sorting*), los cuales fueron conservados en solución de alcohol 70% V/V y formaldehído 5% V/V, en el caso de las lombrices. El material recolectado se identificó al nivel de orden y familia. Cuando fue posible se determinó hasta la categoría de especie; el resto del material se identificó como “morfoespecies” diferentes de las anteriores. Se registró el número de individuos de cada especie-morfoespecie capturada en cada muestra. La riqueza y abundancia de macrofauna se expresaron como número de especies-morfoespecies y número de individuos por muestra, respectivamente. Con los valores de abundancia y riqueza se calculó la diversidad  $\alpha$  a través del índice de Shannon-Weaver, la equitatividad utilizando el índice de Pielou y el número equivalente de especies (Lou y González-Oreja, 2012). Se calculó la abundancia y la riqueza de cuatro grandes grupos tróficos: detritívoros, herbívoros, predadores + parasitoides y hormigas. Para comparar las diferencias entre fechas de muestreo y tratamientos se realizó un análisis de la varianza contemplando sus interacciones, y las variables que no presentaron distribución normal se transformaron como  $\log_{10} x + 1$ . Las diferencias en composición específica se estudiaron a través de MRPP y se realizaron análisis de especies indicadoras. En el segundo muestreo se capturaron 751 individuos de 72 especies-morfoespecies, agrupados en ocho Clases, 19 Órdenes y 45 Familias. El 39% del material fue determinado al nivel específico, el 11% al nivel de género y el 50% como morfoespecies diferentes. La composición específica difiere de la detectada en el mismo sitio (Scaglione *et al.*, 2020a), previo a la siembra de los cultivos de cobertura ( $T=-4,915$ ;  $P<0,001$ ; MRPP). Sobre un total de 92 especies-morfoespecies detectadas hasta el presente en este ambiente, el 41% (38 especies) se encontraron por primera vez en este muestreo, el 37% se detectaron en ambos muestreos y el 22% restante sólo en el primer muestreo. En el primer muestreo se detectaron dos especies indicadoras: *Aporrectodea caliginosa* (VI=45;  $P<0,001$ ) y larvas de *Diloboderus abderus* (VI=22;  $P=0,007$ ), mientras que en el segundo muestreo las especies indicadoras fueron *Pseudonannolene* sp. 0422 (VI=16;  $P=0,029$ ), *Uloma impressicollis* (VI=15;  $P=0,004$ ) y *Caliothrips*



*phaseoli* (VI=15;  $P=0,004$ ). En ninguna variable se observó interacción significativa entre tratamiento y fecha de muestreo y sólo existieron diferencias significativas entre fechas de muestreo en abundancia y riqueza de predadores + parasitoides ( $P=0,043$  y  $P=0,051$ , respectivamente), y entre tratamientos en abundancia y riqueza de herbívoros ( $P=0,010$  y  $P=0,011$ , respectivamente). En ambos muestreos la abundancia y riqueza de herbívoros fue mayor en los tratamientos que incorporaron CC (A<sub>2</sub> y B<sub>2</sub>) y tuvo valores intermedios en A<sub>1</sub>. Las diferencias detectadas en la composición específica entre muestreos las atribuimos principalmente a la estacionalidad de las comunidades estudiadas (Montero, 2008). Las lombrices, que fueron el grupo de mayor abundancia y frecuencia relativas en el primer muestreo y se rarificaron en el segundo muestreo, posiblemente disminuyeron su presencia debido a los efectos de la fuerte sequía invernal, mientras que las larvas de *D. abderus*, que no fueron frecuentes en el segundo muestreo, si bien pudieron incrementar su mortalidad por la sequía, en este período se encuentran empupando a mayor profundidad que la explorada en nuestro muestreo, por lo cual pudieron no haber sido detectadas. Por su parte, las especies indicadoras del segundo muestreo son características de condiciones xerofíticas y logran mantener e incrementar sus poblaciones durante los períodos de sequía (Gamundi *et al.*, 2006; Montero *et al.*, 2011). La ausencia de diferencias significativas entre muestreos para la mayoría de las variables relevadas pudo deberse al déficit de precipitaciones ocurrido durante el período invernal, lo cual generó una gran mortalidad de organismos hipogeos. Por el contrario, los cambios en el hábitat inducidos por los CC pudieron ser los responsables del incremento en algunas de estas variables. En este sentido, la cobertura de residuos resulta fundamental para el mantenimiento de condiciones edáficas adecuadas para el desarrollo y supervivencia de los organismos, a la vez que son fuente de alimento para muchos de ellos (Hammond y Funderburk, 1985; Stinner y House, 1990; Curry y Good, 1992).

## Bibliografía

01. Curry, J.P. y Good, Ja. (1992) Soil fauna degradation and restoration. En: Lal, L. y Stewart, B.A. (Eds.) *Advances in soil science*. Nueva York: Springer-Verlag, 171-215.
02. Domínguez, A.; Jiménez, J.J.; Ortiz, C.E. y Bedano, J.C. (2018) Soil macrofauna diversity as a key element for building sustainable agriculture in Argentine Pampas. *Acta Oecologica*, 92, 102-116.
03. Hammond, R.B. y Funderburk, J.E. (1985) Influence of tillage practices on soil-insects population dynamics in soybean. En: Shibles, R. (Ed.) *Proceedings of the III World Soybean Conference*. Boulder: Westview Press, 659-666.
04. Hendrix, P.F.; Crossley, J.M.; Blair, J.M. y Coleman, D.C. (1990) Soil biota as components of sustainable agroecosystems. En: Edwards, C.A. *et al.* (Eds.) *Sustainable agricultural systems*. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 637-654.
05. Lavelle, P.; Bignell, D.; Lepage, M.; Wolters, V.; Roger, P. y Ineson, P. (1997) Soil function in a changing world. The role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology*, 33, 159-193.
06. Scaglione, J.; Montero, G.A. y Montico, S. (2020a) Caracterización del ensamble de macrofauna hipogea en un lote agrícola con predominio de monocultivo de soja de la localidad de Zavalla, Santa Fe. *Agromensajes*, 58, 33-36.
07. Scaglione, J.; Montico, S.; Montero, G.A. y Berardi, J.A. (2020b) Cambios en la calidad física y cultural del suelo asociados a la inclusión de cultivos de cobertura en una secuencia rotacional. *Agromensajes*, 58, 28-30.
08. Stinner, B.R. y House, G.J. (1990) Arthropods and other invertebrates in conservation tillage agriculture. *Annual Review of Entomology*, 35, 299-318.
09. Montero, G.A.; Carnevale, N.J. y Magra, G. (2011) Ensamblajes estacionales de artrópodos epigeos en un bosque de quebracho (*Schinopsis balansae*) en el Chaco Húmedo. *Revista Colombiana de Entomología*, 37 (2), 294-304.
10. Montero, G.A. (2008) Comunidades de artrópodos en vegetación de áreas no cultivadas del sudeste de Santa Fe. Tesis de Maestría en Manejo y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. 208 pp.

11. Lou, J. y González-Oreja, J.A. (2012) Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lilloana*, 56 (1-2), 3–14.

12. Gamundi, J.C.; Perotti, E.; Molinari, A. y Diz, J. (2006) Control y evaluación de daños de *Caliothrips phaseoli* (Hood) en cultivos de soja. *Para mejorar la producción*, 33, 77-80.



# Economía



VI Jornadas de  
Ciencia y Tecnología  
de la FCA - UNR

## Integración de un planteo de cría bovina en empresas agrícolas de la región núcleo pampeana. Evaluación técnico – económica.

Cecilia Vigna<sup>1</sup>, Juan Carlos Porstmann<sup>1</sup>, Víctor Rolando González<sup>2</sup>, Gonzalo Arrizabalaga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cátedra Administración Rural

<sup>2</sup>Cátedra Comercialización Agropecuaria. Facultad Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario (UNR).

[cvigna@unr.edu.ar](mailto:cvigna@unr.edu.ar)

Debido a la expansión de la frontera agrícola en la región núcleo de nuestro país en las últimas décadas, la ganadería ha sido relegada a suelos marginales o reconvertida a sistemas intensivos que no compiten por el uso del suelo. Sin embargo, las consecuencias que la agriculturización ha generado en nuestros sistemas productivos, en especial la vinculada al monocultivo de soja, dejan en evidencia la vulnerabilidad de los sistemas actuales. Según De Dios Herrero, J.M. et al. (2016) “la integración de la ganadería con agricultura provee varios beneficios, incluyendo: conservación de los recursos, servicios ecosistémicos, mejora de la calidad de los suelos y reducción del riesgo a través de la diversificación de la empresa. En combinación con la siembra directa y pasturas, son prácticas útiles para mejorar el carbono orgánico del suelo en comparación con la agricultura continua”. En este contexto, se evalúan los beneficios económicos de la reintroducción de la ganadería para integrarse en modelos mixtos de producción de la región núcleo agrícola. Las proyecciones de exportaciones mundiales de carne vacuna para 2021 se estiman en 10,8 millones de toneladas. La demanda de Asia se mantiene sólida igual que la oferta exportable (USDA, 2021).

TABLA 1. Integración de la superficie - Modelo agrícola

| AGRICULTURA          |            |           |               |              |
|----------------------|------------|-----------|---------------|--------------|
| Rotación             | Superficie | Coef. Uso | Sup. x c. Uso | %            |
| Soja 1ª              | 189,5      | 1,0       | 189,5         | 59,7%        |
| Trigo                | 61,8       | 0,5       | 30,9          | 9,7%         |
| Soja 2ª              | 61,8       | 0,5       | 30,9          | 9,7%         |
| Maíz                 | 66,1       | 1,0       | 66,1          | 20,8%        |
| Subtotal Agricultura |            |           | 317,4         | 100,0%       |
| GANADERÍA            |            |           |               |              |
|                      | 0,0        | 1,0       | 0,0           | 0%           |
| Subtotal Ganadería   |            |           | 0,0           | 0%           |
| <b>Total Empresa</b> |            |           | <b>317,4</b>  | <b>100,0</b> |

TABLA 2. Integración de la superficie - Modelo mixto

| AGRICULTURA          |            |           |               |           |               |
|----------------------|------------|-----------|---------------|-----------|---------------|
| Rotación             | Superficie | Coef. Uso | Sup. x c. Uso | % Agr/Gan | % Sup tota    |
| Soja 1ª              | 144,7      | 1,0       | 144,7         | 55,7%     | 45,6%         |
| Soja sobre V.inv.    | 15,0       | 0,5       | 7,5           | 2,9%      | 2,4%          |
| Trigo                | 52,1       | 0,5       | 26,0          | 10,0%     | 8,2%          |
| Soja 2ª              | 52,1       | 0,5       | 26,0          | 10,0%     | 8,2%          |
| Maíz                 | 55,7       | 1,0       | 55,7          | 21,4%     | 17,6%         |
| Subtotal Agricultura |            |           | 319,5         | 100%      | 81,9%         |
| GANADERÍA            |            |           |               |           |               |
| Cría Bovina          |            |           |               |           |               |
| Pasturas             | 50,0       | 1,0       | 50,0          | 87,0%     | 15,8%         |
| V.Avena/Raigrás      | 15,0       | 0,5       | 7,5           | 13,0%     | 2,4%          |
| Subtotal Ganadería   |            |           | 65,0          | 100,0%    | 18,1%         |
| <b>Total Empresa</b> |            |           | <b>317,4</b>  |           | <b>100,0%</b> |

El objetivo de este trabajo es analizar a nivel económico, la alternativa de integrar la actividad cría bovina, en una empresa que realiza agricultura pura en la zona núcleo.

TABLA 3. Modelo agrícola. Resultados físico - económicos

| Actividad     | Rendimiento | Precio | M B D         |
|---------------|-------------|--------|---------------|
| Soja 1ª       | 41,15       | 31,00  | 783,42        |
| Trigo         | 42,69       | 19,79  | 337,78        |
| Soja 2ª       | 31,91       | 31,00  | 546,44        |
| Maíz          | 96,41       | 18,68  | 1074,58       |
| <b>Por ha</b> |             |        | <b>863,65</b> |

Se simulan dos alternativas productivas, utilizando para ello la técnica de modelización. La superficie total se corresponde con la superficie modal dentro del rango 200 – 500 ha de 7 departamentos del sur de Santa Fe según censo 2008. Se utiliza la rotación agrícola modal y los rendimientos promedio de las últimas campañas de la región núcleo. El planteo de cría es sobre pasturas consociadas y verdeos invernales en rotación con soja de siembra temprana. La actividad plantea la alternativa de venta de los terneros al destete. La eficiencia física de la cría, medida en kilogramos (Kg) de carne por ha, se calcula a partir de la fórmula: Kg producidos = Kg vendidos – Kg comprados + Diferencia de inventario. La eficiencia económica es analizada a través del

Margen Bruto Directo (MBD), siendo esta medida el residuo entre el Ingreso Directo (ID) y los Costos Directos (CD). Se consideran precios promedio marzo 2021 en dólares (USD). La comparación económica entre ambos modelos se mide a través del Beneficio Neto Incremental (BNI), que se obtiene por la diferencia entre el MBD total por ha de ambos modelos. El estudio se complementa con un análisis de sensibilidad del BNI en función de las variaciones (+/- 10%), tanto en el ID como en el CD de la actividad ganadera en el modelo mixto.

TABLA 4. Ganadería - Planteo Técnico

|                   |                   |                   |                    |                   | Cabezas totales |                    | 215 |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------|-----|
| Cab. totales/ha   | %VT/ha            | Carga (vaca/ha)   | % Toros            | % preñez          | % parición      | % destete          |     |
| 3,73              | 76%               | 2,83              | 3%                 | 93%               | 89%             | 83%                |     |
| Kg. dest. machos  | Kg. dest. hembras | % terneros repos. | % repos. vacas     | % refugio vacas   | % refugio toros | % ref. vaquillonas |     |
| 190               | 170               | 53%               | 20%                | 19%               | 25%             | 9%                 |     |
| Kg. refugio vacas | Kg. refugio vaq.  | Kg. refugio toros | % desbas. terneros | % desbas. refugio | % compra toros  | % mortandad        |     |
| 440,00            | 350,00            | 650,00            | 3%                 | 5%                | 25%             | 1%                 |     |

El modelo agrícola presenta un MBD de 863,65 USD por ha total de la empresa (317,4 ha), teniendo en cuenta el tiempo de ocupación de las actividades (tabla 3). Con respecto a los resultados del modelo mixto, la productividad de la cría bovina presenta una producción de carne de 552,29 kg por ha ganadera (tabla 5), mientras que el MBD de la actividad es 578,32 USD por ha (tabla 6). El MBD del modelo mixto es 845,52 USD por ha total. El BNI es - 18,13 USD por ha (tabla 7). El análisis de los precios empleados, tanto de los productos agrícolas (soja, maíz y trigo) como ganaderos (ternero), indican que todos ellos se encuentran por encima del promedio de los últimos 10 años (Gráfico 1).

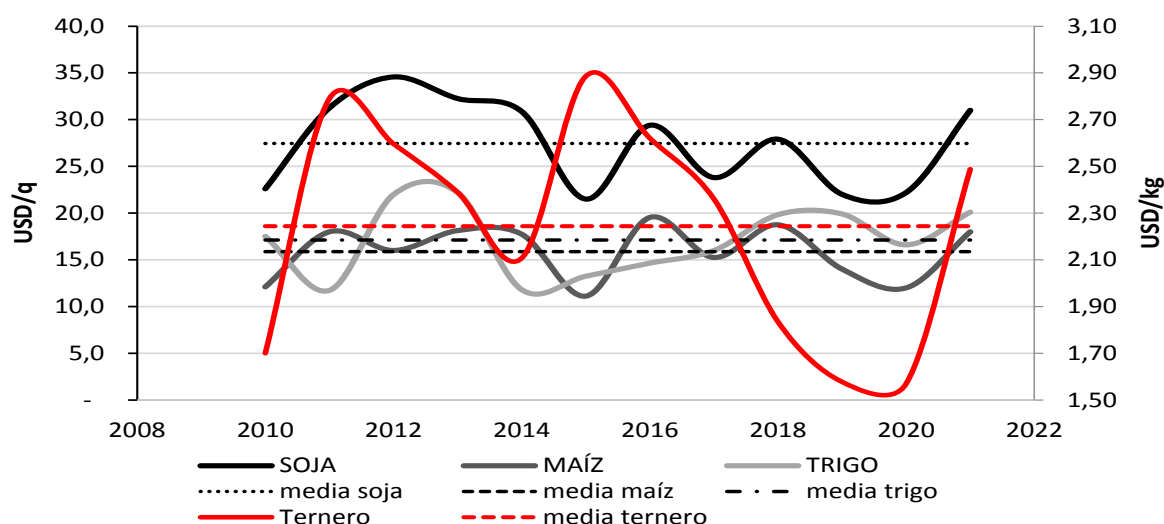
TABLA 5. Ganadería - Parámetros productivos y económicos por ha

| Categoría                     | Cab/ha | Kg. Vta/Cpra  | USD/kg. | Total USD |
|-------------------------------|--------|---------------|---------|-----------|
| <b>Ventas</b>                 |        |               |         |           |
| Vacas refugio                 | 0,54   | 224,69        | 1,42    | 320,14    |
| Toros refugio                 | 0,02   | 13,1          | 1,58    | 20,74     |
| Vaquillonas descarte          | 0,06   | 18,81         | 1,30    | 24,46     |
| <b>Vaquillonas reposición</b> |        |               |         |           |
| Terneros                      | 1,17   | 216,38        | 2,17    | 469,65    |
| Terneras                      | 0,55   | 90,97         | 1,98    | 180,45    |
| Total ventas                  | 2,34   | 563,96        |         | 1015,44   |
| <b>Compras</b>                |        |               |         |           |
| Toros compra                  | 0,02   | -11,67        | 1,92    | -22,39    |
| Total compras                 |        | -11,67        |         | -22,39    |
| Diferencia inventario         |        | 0             |         | 0         |
| <b>Productividad (kg/ha)</b>  |        | <b>552,29</b> |         |           |

TABLA 6. Ganadería - Resultados Económicos

| Rubro                        | USD/ha/año      | % CD          |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| Ventas                       | 1015,44         |               |
| Gstos venta + flete          | 6%              | 60,93         |
| <b>Ingreso Directo</b>       | <b>954,51</b>   |               |
| <b>Costos Directos</b>       |                 |               |
| Renovación pastura:          | 25% anual       | 39,85         |
| Verdeos                      |                 | 29,53         |
| Mantenimiento pasturas       |                 | 60,00         |
| Confección rollos pa         | 1,1 rollos/vaca | 45,87         |
| Distribución rollos          |                 | 17,90         |
| Subtotal alimentación        |                 | 193,14 51,3%  |
| Compra hacienda (toros)      |                 | 22,39 6,0%    |
| Gastos compra + flet         | 5%              | 1,12 0,3%     |
| Sanidad (p/todo rode         | 8,6 usd/vaca    | 24,33 6,5%    |
| Personal                     | 1 permanente    | 97,83 26,0%   |
| Mantenimiento mejoras        |                 | 9,70 2,6%     |
| Amortizaciones               |                 | 27,68 7,4%    |
| <b>Total Costos Directos</b> | <b>376,19</b>   | <b>100,0%</b> |
| <b>Margen Bruto Directo</b>  | <b>578,32</b>   |               |

Del análisis de sensibilidad del BNI se desprende que, ante variaciones tanto del ID como del CD de la cría, las combinaciones con BNI positivos se obtendrían en un escenario cuyo ID fuese un 10% superior, en combinación con el valor de CD obtenido en el trabajo, e incluso absorbiendo un aumento del 10% del mismo (Tabla 8).



**Gráfico 1.** Evolución del precio de granos y ternero  
Fuente: BCR Cámara Rosario –ROSGAN

Si bien la comparación entre la alternativa de modelo mixto propuesto versus la empresa agrícola pura no agrega valor a nivel económico, debemos considerar los beneficios ambientales y sociales derivados del efecto sinérgico que representa la integración agrícola ganadera, que no se analizan en el presente trabajo. Así mismo, en la toma de decisiones del productor agropecuario inciden por su parte otros factores acerca de la ganadería, como ser: requerimientos de infraestructura específica y capital hacienda, mayor nivel de inversión y riesgo de robo de hacienda, entre otros. Se destaca la importancia de continuar con el análisis de alternativas de integración agrícola – ganaderas, dadas la contribución positiva de éstas sobre la sustentabilidad de los sistemas.

**TABLA 7.** Modelo mixto. Resultados económicos totales (usd/ha)

|  | Superficie | ID      | CD     | MBD           |
|--|------------|---------|--------|---------------|
| Agricultura                                | 259,94     | 1374,20 | 469,58 | 904,62        |
| Ganadería                                  | 57,50      | 954,51  | 376,19 | 578,32        |
| Total Empresa                              | 317,44     | 1298,18 | 452,66 | 845,52        |
| Modelo 100% agrícola                       | 317,44     |         |        | 863,65        |
| <b>Beneficio Neto Incremental (USD/ha)</b> |            |         |        | <b>-18,13</b> |

**TABLA 8.** BNI. Análisis de sensibilidad

| CD     | Ingreso Directo |        |         |
|--------|-----------------|--------|---------|
|        | 859,06          | 954,51 | 1097,69 |
| 338,57 | -28,60          | -11,31 | 14,62   |
| 376,19 | -35,42          | -18,13 | 7,81    |
| 413,81 | -42,23          | -24,94 | 0,99    |

## Bibliografía

01. Bolsa De Comercio De Rosario (2021). <http://www.bcr.com.ar> (Acceso: 24/03/2021).
02. De Dios Herrero, J.M.; Colazo, J.; Guzman, M.L.; Saenz, C.; Sager, R.; Sakadevan, K., (2016). Soil organic carbon assessments in cropping systems using isotopic techniques. Geophysical Research Abstracts Vol. 18, EGU2016-4009, 2016 EGU General Assembly 2016. Disponible en: <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2016/EGU2016-4009.pdf> (Acceso: 24/03/2021).
03. Usda. United States Department Of Agriculture (2021). Livestock and Poultry. World Markets and Trade. Disponible en: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html>. (Acceso: 24/03/2021).

## Evolución de la Unidad Económica Agrícola en el sur de Santa Fe en el período 2001-2020.

Victorina Rivera Rúa, Juan Carlos Porstmann, Carina Mancini, Rubén Ercoli, Cecilia Vigna, Agustín Wagner.

Cátedra de Administración Rural. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.

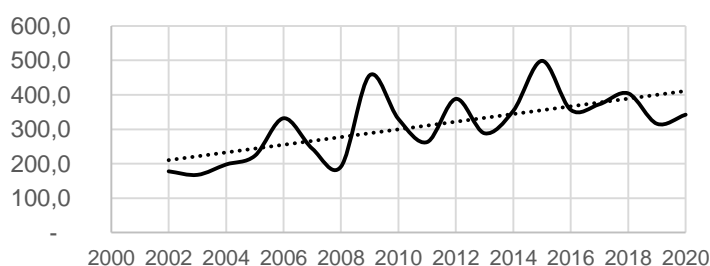
[victorinarr@yahoo.com.ar](mailto:victorinarr@yahoo.com.ar)

Los censos agropecuarios evidencian en la región pampeana un continuo proceso de concentración de la tierra en menor cantidad de explotaciones agropecuarias. El concepto de UEA está definido en la Legislación Agraria Argentina (Ley 14.392 de colonización) y se refiere a toda explotación agropecuaria que por su superficie, calidad de tierra, ubicación, mejoras y demás condiciones de explotación, racionalmente trabajada por una familia agraria que aporte la mayor parte del trabajo necesario, permita subvenir a sus necesidades y a una evolución favorable de la empresa.

La UEA es un indicador de tamaño o superficie mínima, medido en hectáreas, que contribuye a caracterizar los sistemas predominantes de una región. Si se analizan valores históricos de UEA, en una serie de tiempo, puede observarse la evolución del sector agrario en su ambiente. En un contexto desfavorable se espera que la superficie de UEA sea mayor en comparación con aquellos escenarios favorables. (Porstmann et al, 2021). El objetivo de este trabajo es determinar el valor de la superficie que cumple con la definición de UEA para el período 2001 a 2020, analizar su evolución e identificar cómo impactan algunas variables en su resultado a lo largo del período en estudio. La metodología que se utiliza, aceptada oficialmente, es el Método de Urbano Fernández (Gonzalez y Paglietini, 1993). Para su determinación se recurrió a la técnica de modelización de sistemas de producción con el objeto de estimar el valor de UEA para cada año de la serie. Para ello, se tuvieron en cuenta los datos históricos de rendimientos, rotaciones, tecnología, capital y otras variables, de los departamentos Caseros, Iriondo, Constitución, Belgrano, General López, Rosario y San Lorenzo, localizados en el sur de la provincia de Santa Fe. Este método necesita previamente la estimación de una superficie denominada modal, representativa de las explotaciones en el área en estudio (135,4 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 agrícola, considerando el rendimiento de cada cultivo en cada campaña y su participación relativa. Los costos incluyen: a) gastos de labores e insumos, cosecha, comercialización y seguro de granizo; b) gastos de estructura; c) amortizaciones de los bienes de uso; d) remuneración del trabajo familiar; e) costos de oportunidad del capital invertido: capital fundiario: tierra 4% y mejoras 5%, capital de explotación fijo vivo e inanimado, 6% y capital de explotación circulante 8%; y por último f) fondo de previsión y reserva del 12% sobre los rubros anteriormente citados.

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

**Gráfico 1:** Evolución de la UEA en ha. Región sur de Santa Fe



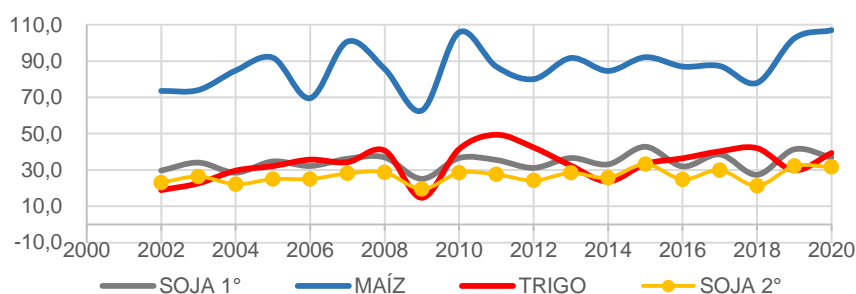
Fuente: Elaboración propia



Durante el período analizado se observa que la superficie de la UEA registra un crecimiento sostenido, a pesar de las fluctuaciones detectadas en cada campaña. Estas son consecuencia del impacto que generan numerosos factores sobre la relación costo/ingreso.

Estos factores abarcan aspectos físico-biológicos, tecnológicos, climáticos, socio-culturales, económicos y de mercado entre otros. En este trabajo se individualizan las variables rendimiento y precio, y se analiza cómo inciden en la determinación de la UEA. Los rendimientos de los principales cultivos de la región en estudio denotan una tendencia creciente en el período analizado como consecuencia del progreso tecnológico. Sin embargo su expresión se ve condicionada por las condiciones climáticas de cada campaña. Éstas acentúan o disminuyen el rendimiento de cada cultivo, generando oscilaciones.

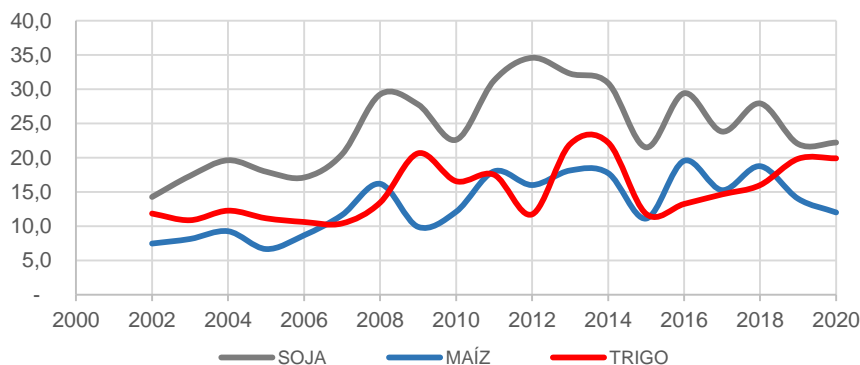
**Gráfico 2:** Evolución del rendimiento en q/ha



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación

El avance tecnológico de la agricultura implica una reducción del valor de la UEA si sólo se considera el incremento en el rendimiento, pero no se debe soslayar que también implica un incremento de los costos así como un revalúo del factor tierra observado en la última década.

**Gráfico 3:** Evolución del precio en USD/q

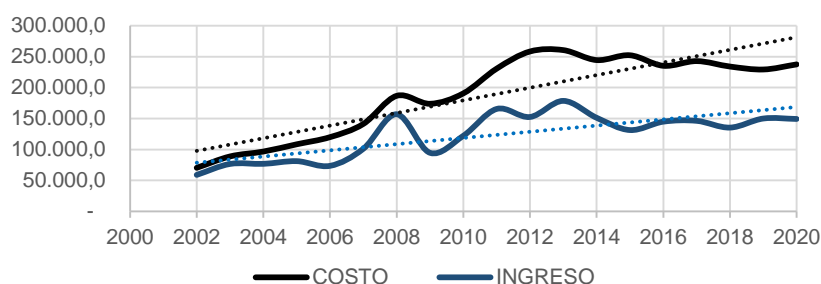


Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario

La variable precios de los granos no presenta una tendencia definida, detectándose ciclos de precios por encima y por debajo del promedio.

En cuanto a la evolución del ingreso y del costo se observa en primer lugar que el costo es superior al ingreso dentro de todo el período considerado.

**Gráfico 4:** Evolución de los ingresos y costos de la empresa modal en USD/año.



Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, ambas variables presentan una tasa de incremento a lo largo de las campañas. En tercer lugar la tasa de incremento del costo es mayor a la del ingreso.

Estas tendencias indican que el valor de superficie de la UEA es cada vez mayor. La superficie mínima para la manutención y crecimiento de las familias rurales pasó de 232,0 a 358,3 ha en el período 1992-2020 con un 54,4 % de incremento, demostrando la necesidad de trabajar una superficie cada vez mayor para ser sostenibles desde la perspectiva socio económica. Cuando la superficie de UEA es mayor que la superficie Modal significa que hay empresas que por su baja escala de producción no son sostenibles, provocando un proceso de migración y concentración de la tierra en un menor número de empresas. Esta situación es concordante con la creciente desaparición de empresas agrícolas que muestran los censos agropecuarios. La evolución del costo por encima del ingreso explica en gran medida la tendencia sostenida al aumento de la UEA en el período de estudio. En el mismo período la superficie modal de las explotaciones agropecuarias pasó de 125,0 ha (promedio 1992-2001) a 135,4 ha (promedio 2002-2020).

## Bibliografía

01. Gonzalez, M y Paglietini L. (1993). Rentabilidad, Tasaciones y Tamaño Óptimo de la Empresa Agropecuaria. Editorial Agro Vet. Buenos Aires.
02. Porstmann, J.; Mancini, C.; Rivera Rúa, V.; Ercoli, R.; Vigna, C.; Wagner, A. (2021). Evolución de la Unidad Económica Agrícola en la zona núcleo agrícola de la Argentina en el quinquenio 2015 – 2020. South Florida Journal of Development, Miami (en línea) Vol. 2 No. 1. 829-838. Disponible en <https://southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/index> (Acceso: 16 de marzo de 2021).



# Educación en Ciencias Agrarias y Naturales



VI Jornadas de  
Ciencia y Tecnología  
de la FCA - UNR

## La enseñanza de Anatomía y Fisiología Animal en el marco de las nuevas Actividades Reservadas al Título Profesional para Ingeniería Agronómica

Fernanda Tolini, Griselda Muñoz, Javier Amelong, Fiorela Celoria, M. Nazarena Cordini, Ramiro Garfagnoli, Román Carignano, Marina Aguiar

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

[pooli-tolini@knett.com.ar](mailto:pooli-tolini@knett.com.ar)

En el ámbito educativo de las ciencias agropecuarias resulta fundamental el mejoramiento continuo de la enseñanza para la formación profesional, particularmente, si consideramos que las problemáticas que deben enfrentar los graduados se dan en contextos cada vez más complejos, inciertos y riesgosos. Para ello, resulta imprescindible el desarrollo de propuestas educativas innovadoras, dotadas de estrategias didácticas que favorezcan el aprendizaje autónomo y crítico reflexivo. Desde el constructivismo, aumenta el interés por los enfoques integradores basados en actividades que fomentan el pensamiento complejo y el aprendizaje centrado en la práctica. (Silva, 2005). Por otra parte, el artículo 43 de la Ley de Educación Superior N° 24.521, establece que ingeniería agronómica (IA) pertenece al conjunto de “...carreras correspondientes a profesiones reguladas por el Estado, cuyo ejercicio pudiera comprometer el interés público, poniendo en riesgo de modo directo la salud, la seguridad y los bienes de los habitantes...” y la Resolución N°1254/2018 (Anexo XXXVII), que dispone las Actividades Reservadas al Título Profesional para IA (ARTPIA), especifica en el ítem 3: “Dirigir lo referido a seguridad e higiene y control del impacto ambiental en lo concerniente a su intervención profesional”. Estos encuadres legales, han conducido a las instituciones a revisar los planes de estudio en la búsqueda de una formación profesional más integral y comprometida con las problemáticas ambientales (Muñoz, 2020).

En este contexto institucional de revisión curricular, el equipo docente de la cátedra Anatomía y Fisiología Animal (AyFA) se propuso como objetivo: diseñar, implementar y evaluar una propuesta de enseñanza para la construcción de nuevos conocimientos, capacidades y actitudes, vinculada al ítem 3 de las ARTPIA.

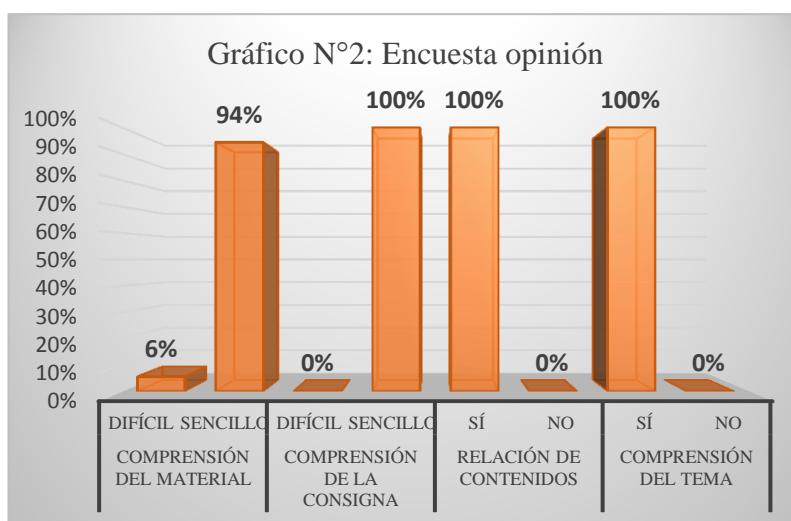
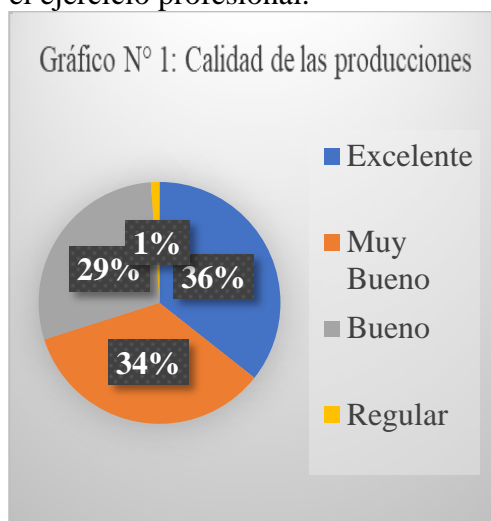
La cátedra AyFA dicta la asignatura del mismo nombre, durante el segundo cuatrimestre de 2° año de la carrera IA, con una carga horaria total de 70 horas, distribuidas en 3 horas semanales. El equipo docente está formado por dos Profesoras adjuntas dedicación exclusiva, un Jefe de trabajos prácticos dedicación semiexclusiva y una Ayudante de primera categoría dedicación exclusiva. Colaboran ayudantes alumnos y una profesional Adscripta a la docencia. La intervención pedagógica se llevó a cabo durante el año 2020, y estuvo basada en los aportes de los paradigmas constructivista y hermenéutico crítico, por lo cual el eje principal de la propuesta fue un trabajo de indagación sobre la producción de gases de efecto invernadero por parte de la producción ganadera y su impacto sobre el ambiente. Concretamente, se diseñó e implementó un conjunto de actividades grupales: lectura comprensiva y crítica de una publicación científica; elaboración de un trabajo de tipo monográfico, fundamentado en la bibliografía sugerida y/o en otras fuentes alternativas, basado en una lista de preguntas orientadoras; y elaboración de un documento con propuestas de mitigación para los daños ambientales. La secuencia de actividades estuvo orientada al logro de la construcción de un conocimiento profesional útil, contextualizado y crítico con relación a las problemáticas ambientales vinculadas al sector agropecuario.

La investigación empleó una estrategia metodológica cualitativa, que combinó la recolección de datos a través de la utilización de encuestas de opinión a estudiantes, de tipo semiestructurada, voluntaria, anónima y administrada a través de la plataforma, con el empleo de la metodología Teoría Fundamentada para el análisis e interpretación de los datos obtenidos. Se consideraron dos variables: calidad de las actividades grupales y la motivación individual de los estudiantes. La calidad se ponderó como excelente, muy buena, buena y regular según criterios de contenido y de forma:

✓ Contenido: comprensión de la problemática; construcción de conocimiento; empleo del conocimiento con relación a la práctica profesional; reflexividad y criticidad con respecto a la realidad agropecuaria y la problemática ambiental.

✓ Forma: estructura, vocabulario, ortografía, empleo de recursos audiovisuales.

Los resultados obtenidos sobre la calidad de las actividades mostraron que un 36% de los trabajos fueron de calidad excelente, un 34% muy buena, un 29% buena y 1% regular, (Gráfico 1). Dado que la suma de los porcentajes correspondientes a calidad excelente y muy buena (70%) fueron superiores a las que sólo alcanzaron la calidad buena, exigida para aprobar, es posible inferir que los estudiantes estuvieron significativamente motivados con relación a la propuesta de enseñanza. Esta interpretación se refuerza con los resultados obtenidos en la encuesta de opinión (Gráfico 2), que señalan logros sobre la comprensión de los temas abordados y la pertinencia de los contenidos con el ejercicio profesional.



Por otra parte, algunas expresiones volcadas en las encuestas como: " ... La actividad en el foro me pareció muy buena para poder aplicar lo visto en la teoría y también para intercambiar ideas con nuestros compañeros..." "...me gustaba remarcar que se incluya esta clase de "Emisión de Gases Efecto Invernadero" provenientes de la ganadería para comprender mejor el tema y sobre todo quitar dudas en cuanto a lo que se habla en la sociedad sobre la ganadería y la contaminación..." "...Valoro su compromiso con la temática y con la búsqueda de posibles soluciones, el cambio climático es inminente y si dan estos temas quiere decir que no todo está perdido, gracias..." dan cuenta del interés de los estudiantes sobre las problemáticas ambientales vinculadas al artículo 3 de las ARTPIA y sobre la comprensión del rol profesional en la protección del ambiente y el uso eficiente de los recursos naturales.

A partir del trabajo analítico interpretativo se concluye que la propuesta de enseñanza fue adecuada para integrar los nuevos conocimientos, empleando estrategias didácticas constructivistas motivadoras y capaces de generar capacidades profesionales. Por último, cabe señalar que, si bien el equipo docente ya venía utilizando la plataforma virtual como recurso didáctico complementario, la inclusión de nuevas herramientas virtuales para afrontar los condicionamientos impuestos por la pandemia fue fundamental para garantizar el desarrollo de la propuesta de enseñanza objeto de investigación. Se propone para una próxima investigación, indagar sobre el impacto pedagógico que pudieran tener estas intervenciones tecnológicas, sobre todo, por su emergencia disruptiva.

### Bibliografía

01. Silva, Edgar Emiro. Estrategias constructivistas en el aprendizaje significativo: su relación con la creatividad. Revista Venezolana de Ciencias Sociales. Volumen 9. N° 1. 2005

02. Muñoz, G. Disertación en la Jornada: "Nuevos desafíos para la formación en Ciencias Agrarias: presente y futuro de los modelos productivos". Organizada por la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata y desarrollada el 6 de agosto de 2020. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=fL6bF5ZTPR0>

## Primeros resultados de una Investigación Educativa entorno a los contenidos de la Sociología Rural en carreras agronómicas

Evangelina Tifni<sup>1</sup>, Marisa Gonnella<sup>1</sup>, Darío Solís<sup>1</sup>, Virginia Zamboni<sup>1</sup>, Valeria Villa Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cátedra Sociología Rural, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR)

<sup>2</sup>Asesoría Pedagógica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

[tifni@iicar-conicet.gob.ar](mailto:tifni@iicar-conicet.gob.ar)

En el presente trabajo presentamos los primeros resultados obtenidos en el marco del Proyecto de investigación (acreditado 2020, Secretaría de Ciencia y Tecnología, FCA, UNR) “Desafíos actuales de la Sociología Rural: Tensiones en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la formación de los ingenieros agrónomos” que tiene como objetivo general explorar cómo los actuales debates académicos sucedidos en el seno de la Sociología Rural se reflejan en las propuestas de enseñanza y aprendizaje en las carreras de grado de ingeniería agronómica. Se trata de una *investigación educativa* en tanto planteamos la coexistencia y articulación entre prácticas de investigación y enseñanza. Coincidimos con Achilli (2002) en que esta articulación “abre la posibilidad de generar un campo intelectual crítico a partir de la construcción de conocimientos dirigidos a la comprensión y explicación de determinados procesos socioeducativos en los que estamos involucrados”. Es decir, se generan las condiciones para poder llevar adelante un autoanálisis colectivo (Bourdieu, 2000) que permita reflexionar críticamente sobre la propia práctica docente a partir de incorporar lógicas propias del pensamiento relacional.

A partir del ya mencionado Proyecto de investigación, nos proponemos realizar una *reflexión diagnóstica* (López y Farfán, 2006) centrada en la indagación de nuestras prácticas docentes y la comparación con lo sucedido en otras unidades académicas en universidades públicas de la región. Esto nos permite evaluar de forma sistematizada nuestras prácticas y avanzar en la implementación de propuestas de enseñanza innovadoras a partir de entender la realidad educativa desde la propia práctica de investigación. Esperamos –en la medida que desarrollemos el trabajo de campo planificado– generar intercambios con otros y otras profesionales del área.

Uno de los interrogantes que guían nuestra investigación es ¿cómo se expresan en los planes de estudio de las carreras agronómicas los contenidos de la Sociología Rural? Y su correlativo objetivo específico Identificar los espacios curriculares en los cuales se abordan los debates actuales de la Sociología Rural, en los planes de estudio vigentes de las carreras agronómicas. Para dar cuenta de ello, optamos por un diseño metodológico que articula el análisis comparativo de fuentes de información secundaria con entrevistas semi-estructuradas (Sautu, 2005). Como primer acercamiento, realizamos una búsqueda en las páginas web de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR), Facultad de Veterinaria (UNRC), Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas (UNVM), Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales (UNNOBA), Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNER), Facultad de Ciencias Agrarias (UNL). En cada una de ellas, relevamos los Planes de Estudios vigentes en el año 2019 correspondientes a la carrera de Ingeniería Agronómica. Posteriormente, realizamos entrevistas a informantes calificados que nos brindaron información sobre: UNRC (un estudiante avanzado), UNVM (un graduado reciente) y UNER (una docente recientemente jubilada). Estas personas nos ampliaron la información que nos brindan los Planes de Estudio.

Para este trabajo –y teniendo en cuenta que nos encontramos en una etapa inicial del proceso de investigación– tuvimos en cuenta: nombre del espacio curricular, año al que pertenece, carga horaria y si es obligatoria u optativa. Podemos sintetizar los resultados obtenidos hasta el momento en el siguiente cuadro:



| Universidad | Espacio Curricular              | Ubicación en el plan de estudios | Carga Horaria | Carácter    |
|-------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------|-------------|
| UNR         | Sociología Rural                | 3er Año                          | Bimestral     | Obligatoria |
| UNER        | Sociología y Extensión Rural    | 5to año                          | Anual         | Obligatoria |
| UNNOBA      | Sociología y Extensión Agrarias | 4to año                          | Cuatrimstral  | Optativa    |
| UNVM        | Sociología Rural                | 4to año                          | Cuatrimstral  | Obligatoria |
| UNL         | Sociología Rural                | 3er año                          | Cuatrimstral  | Obligatoria |
| UNRC        | Sociología y Extensión Rural    |                                  |               | Opcional    |

En la carrera de Ingeniería Agronómica dictada en la UNRC, en el Ciclo Básico existe una materia obligatoria perteneciente al 2º Año que se llama “Estudio de la realidad nacional” que cuenta con una carga horaria de 30 hs. Incorporada en el Departamento de Economía Agraria, al cual también pertenece la asignatura Sociología y Extensión Rural que es opcional para aquellas personas que opten por las orientaciones Socio-Económica y Producción Animal . Según la información brindada por nuestro informante clave, en esta materia se abordan muchos de los debates actuales de la Sociología Rural.

Para finalizar, queremos señalar que la Sociología Rural está presente en todas las carreras destinadas a formar profesionales de la Agronomía, en algunos vinculados a la Extensión Rural y en otros como espacio propio. En su mayoría se trata de materias de carácter obligatorio y están ubicadas en el ciclo de formación, a partir del 3ª año de cursado. Se encuentra en los Departamentos Socioeconómico y como requisitos previos (correlatividades) para su cursado y/o aprobación se requieren las materias previas que pertenecen a este mismo espacio. Generalmente se trata de Economía (General y/o Agraria), Legislación Agraria y de las materias propedéuticas se requiere Introducción a los Sistemas Agropecuarios.

Como desafíos para continuar nuestra investigación indagaremos en torno a las estrategias didácticas desplegadas en estos contextos curriculares. Abordaremos los planes de estudio como forma de acercarnos a los debates sociológicos abordados en la cursada, modalidades y formas de evaluación, cantidad de estudiantes (cursan y aprueban la materia) y conformación de los equipos docentes. Esperamos poder generar espacios de encuentro y debate con compañeros y compañeras de otras unidades académicas.

### **Bibliografía**

01. Achilli, E. (2002) Investigación y formación docente. Interrogantes sobre la educación pública. III Encuentro Nacional de Docentes que hacen Investigación Educativa, Santa Fe, abril 2002.
02. Bourdieu, P. (2000) Los usos sociales de la ciencia. Buenos Aires, Ediciones Nueva Visión.
03. López, A. y Farfán, P.E. (2006) La investigación educativa como base de la nueva educación. Congreso Estatal de Investigación Educativa: Actualidad, Prospectiva y Retos. Diciembre 2006.
04. SAUTU, R. et al., (2005) Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. Buenos Aires, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO).

## **La dimensión personal e institucional en la formación de la identidad y trayectoria de los docentes de la Tecnicatura Superior en Gestión Agropecuaria**

**Verónica Alejandra Galiñanes**

Cátedras de Biología, Centro de Estudios Superiores FASTA Catamarca.

[vgalinanes@yahoo.com.ar](mailto:vgalinanes@yahoo.com.ar)

La práctica educativa de los docentes es una actividad dinámica, reflexiva, que comprende los acontecimientos ocurridos en la interacción entre docentes y estudiantes. No se limita a los procesos educativos que tienen lugar dentro del salón de clases, incluye la intervención pedagógica ocurrida antes y después de los procesos interactivos en el aula. En el presente trabajo, se propone el estudio de dos dimensiones de la práctica educativa de los docentes: la personal y la institucional, ya que estas configuran la identidad del docente y su trayectoria. La relación entre estas dos dimensiones es interdependiente, resultando indispensable abordarlas de manera integrada. Desde el punto de vista personal, hay distintos factores que influyen en los docentes: las etapas vitales, las relaciones familiares, los incidentes críticos positivos, las crisis, las disposiciones individuales y las salidas no vocacionales. El entorno institucional, por otro lado, influye en la carrera profesional a través de las regulaciones de la profesión, los estilos de gestión, la administración, las expectativas sociales, las organizaciones profesionales, entre otras (Burke, 1987).

La identidad docente puede ser entendida como un conjunto heterogéneo de representaciones profesionales y como un modo de respuesta a la diferenciación o identificación con otros grupos profesionales. Es una construcción individual de la historia del docente y sus características sociales pero también una construcción colectiva vinculada al contexto en el cual el docente trabaja (Vaillant, 2007). Por otro lado, la trayectoria docente es entendida como la secuencia de experiencias, ya sean formativas o laborales (Cacho Alfaro, 2004). El análisis de las trayectorias formativas permite reconstruir una parte del proceso de la configuración de la identidad profesional de los profesores, así como del imaginario sobre lo que implica ser docente.

El objetivo de este trabajo de investigación fue conocer y analizar la trayectoria de los docentes de la Tecnicatura Superior en Gestión de la Producción Agropecuaria del Centro de Estudios Superiores Fasta Catamarca, en relación a la dimensión personal e institucional, y de esa forma poder acercarnos a conocer su identidad docente.

El estudio fue exploratorio, descriptivo, transversal y cuali-cuantitativa. Los datos se recolectaron a través entrevistas semi-estructuradas a docentes y observación de registros (títulos y antecedentes registrados en el legajo de cada docente). El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, con elección intencional de docentes representativos de cada área disciplinar (formación básica, especializada, humanística y práctica profesionalizante). La muestra de estudio estuvo conformada por 12 docentes (60% del plantel docente), de participación voluntaria, previa firma de consentimiento informado, donde se les explicó los objetivos del estudio, el uso y confidencialidad de los datos recolectados y el resguardo de su identidad (Ley Nacional N°17622). Los datos recogidos fueron analizados categorialmente en base a las subdimensiones: a) Formación docente, b) Elección de la carrera docente, c) Situaciones críticas, d) Expectativas de desarrollo profesional, e) Contención institucional y f) Evaluación de desempeño docente.

Los resultados mostraron que los docentes de la Tecnicatura en Gestión Agropecuaria cuentan en su mayoría con formación pedagógica (63%), ya sea con título de grado (16%) o posgrado en docencia (47%). Los docentes manifestaron que, a partir de venir trabajando como tal, sintieron la necesidad de capacitarse, con la finalidad de mejorar su práctica y lograr la titularización de sus cargos.

Como motivo de elección de la carrera docente, indicaron la necesidad de un trabajo estable (48%) y haber recibido la propuesta laboral por la propia institución (29%). En ninguna de las entrevistas surgió la vocación como motivo de elección de la docencia, aún entre aquellos que cuentan con título de profesor, quienes indicaron que la docencia no fue su primera elección de carrera a seguir. Los docentes expresaron la incidencia de personas significativas en su formación profesional (73%), como familiares, profesores de la escuela media, docentes de la formación inicial, y actores de las instituciones en las que trabajaron, quienes poseían características profesionales valoradas positivamente. Dentro de estas personas significativas, el más mencionado fue el recuerdo de docentes de la escuela secundaria (36%) y de la carrera (22%) que los marcaron, a través de su ejemplo, en el modo de cómo debería ser un *buen docente*.

Como incidentes críticos, o experiencias desarrolladas en torno a las tareas docentes que brindaron aprendizajes significativos para el ejercicio profesional, los docentes manifestaron que fue la experiencia en el trabajo y con los estudiantes la que les brindó elementos para aprender su profesión. Algunas de esas experiencias fueron recordadas como críticas ya que les hizo tener que replantear las estrategias de enseñanza y de manejo de sus alumnos.

Con respecto a las expectativas de desarrollo profesional podemos destacar, en la mayoría de los docentes entrevistados (58%), el deseo de capacitarse, principalmente en metodologías de evaluación, ya que es este proceso el que les presenta mayores dificultades.

Todos los docentes entrevistados coincidieron en sentirse apoyados por la institución en el plano humano y espiritual. Sin embargo indicaron (27%) que la institución no les brinda los recursos necesarios para poder realizar sus clases o prácticas en terreno, como ser la poca disponibilidad de recursos didácticos y económicos para solventar salidas de campo.

El análisis de las evaluaciones del desempeño realizado por la institución a los docentes entrevistados mostró que son bien reconocidos, con calificaciones conceptuales de excelente o muy buena (85%). Esto se correlaciona con lo narrado por los docentes, ya que indicaron que sentían la vocación de ser docente y el deseo de capacitarse y seguir creciendo en esta profesión.

A partir del estudio se observa que es la dimensión personal la de mayor influencia en la trayectoria docente, siendo el modelo de docente ejemplar el que determina en mayor medida la forma de ser y hacer del mismo. Berger y Luckman (1991) llaman a estas personas como “otros significantes” ya que son los que le presentan el “mundo” -o sub-mundo- y permiten su comprensión. Pero no son cualquier “otro” sino aquellos con los que el sujeto se identifica y viven una circunstancia.

Otro punto resaltado en la construcción de la identidad y trayectoria de los docentes fueron las experiencias vividas, como estudiante y como docente en ejercicio, que contribuyeron a formar una idea acerca de qué es enseñar y cuál es el trabajo del profesor; a partir de allí aprendieron el oficio, es decir, el docente de la institución, independiente de poseer o no un título docente, aprendió a enseñar enseñando pero también aprende y aprendió a enseñar aprendiendo cuestiones ligadas a ese oficio durante su trayectoria escolar previa, como alumno y en su rol de profesor. Esto concuerda con lo expresado por Allaud (1998), quien destaca que la forma de enseñar de los docentes se basa en sus orígenes, sus biografías, en el tipo de maestro que cada uno ha llegado a ser.

A modo de cierre podemos señalar que el análisis de las trayectorias docentes permitió reconstruir una parte del proceso de la configuración de la identidad profesional de los docentes, que se inicia en la formación inicial y se prolonga durante todo su ejercicio profesional, no surge automáticamente como resultado de un título profesional, por el contrario, es preciso construirla a partir de la dinámica escolar y las interacciones tanto formales como informales entre ellos mismos, con los directivos y con los estudiantes.

**Bibliografía**

01. Allaud, A. (1998). *El maestro que aprende. Representaciones, valores y creencias: los modos de pensar y actuar la enseñanza*. Colección Ensayos y Experiencias (23). Buenos Aires: Noveduc. 80 p.
02. Berger, M. y T. Luckman. (1991). *La construcción social de la realidad*. 11 ed. Buenos Aires: Amorrortu. 233 p.
03. Burke, P. J. (1987). *Teacher Development. Induction, Renewal and Redirection*. Londres: The Falmer Press. 282 p.
04. Cacho Alfaro, M. (2004). *Profesores, trayectoria e identidades*. Rev. Latinoamericana de Estudios Educativos, 34 (3), 69-112.
05. Vaillant, D. (2007). *La identidad docente*. Ponencia presentada en I Congreso Internacional Nuevas Tendencias en la Formación Permanente del Profesorado, septiembre 2017, Barcelona. Barcelona: Universidad de Barcelona, 17 p.

## El Aula invertida como estrategia de enseñanza-aprendizaje en Anatomía y Fisiología Vegetal

Verónica Alejandra Galiñanes

Cátedra de Anatomía y Fisiología Vegetal, Centro de Estudios Superiores FASTA Catamarca.

[vgalinanes@yahoo.com.ar](mailto:vgalinanes@yahoo.com.ar)

El aula invertida, o flipped Classroom, es un enfoque pedagógico en que la instrucción directa se realiza fuera del aula y se utiliza el tiempo de la clase para llevar a cabo actividades que impliquen el desarrollo de procesos cognitivos de mayor complejidad en donde son necesarios la ayuda y la experiencia del docente. El objetivo de este modelo pedagógico es que el estudiante asuma un rol más activo en su proceso de aprendizaje (Berenguer-Albaladejo, 2016). Este modelo fue inicialmente adoptado en los niveles primario y secundario, pero está creciendo su aplicación en el ámbito universitario.

Las tecnologías emergentes y, en particular, las vinculadas a las tecnologías de la información y comunicaciones abren un abanico de posibilidades para el desarrollo del aula invertida, sin embargo era frecuente observar resistencia en algunos claustros docentes a abandonar prácticas tradicionales a favor de las innovaciones que proponen las tecnologías al servicio del aprendizaje.

El ciclo académico 2020 se vio interrumpido en su modalidad presencial en todos los niveles educativos y sistemas de educación a lo largo del mundo, resultando en la necesidad de incorporar mediaciones tecnológicas en la enseñanza, resultando una oportunidad para repensar nuestras prácticas docentes. En este contexto surge este trabajo que relata la experiencia de adaptación curricular de la asignatura Anatomía y Fisiología Vegetal, del segundo año de la Tecnicatura en Gestión Agropecuaria, Centro de Estudios Superiores Fasta Catamarca, usando como modalidad pedagógica el aula invertida.

La asignatura se desarrolló a través de un aula virtual en plataforma Google Classroom. La planificación de cada clase se basó en una secuencia didáctica compartida en el aula virtual a comienzo de la unidad temática. La configuración de las clases se centró en videos, de realización propia, donde se explicaron los contenidos teóricos y metodológicos del tema; una Guía de Trabajos Prácticos (GTP) y un Foro de Discusión en Google Docs. Durante el transcurso de la semana los estudiantes trabajaron en forma grupal en la realización del GTP, y, de forma independiente, hicieron sus aportes en el Foro de Discusión, para lo cual debieron buscar información y analizarla críticamente con lo abordado en la teoría. Con esta metodología implementada, los estudiantes primero construyeron su conocimiento mediante la búsqueda y síntesis de información, para poner luego en práctica lo aprendido realizando actividades de profundización mediante el trabajo colaborativo de sus pares.

Estas actividades asincrónicas se complementaron con actividades sincrónicas, mediante videoconferencias semanales, en plataforma Meet, cuyo principal objetivo fue consolidar el aprendizaje mediante el intercambio, la retroalimentación y la profundización del tema. Estos encuentros cobran un valor relevante en tiempos de aislamiento social ya que integran aspectos cognitivos, sociales y afectivos del proceso de aprendizaje. (De-Vincenzi, 2020).

El cierre de cada clase se produjo mediante la carga del GTP resuelto y una instancia de autoevaluación, a través de Cuestionarios de Google, que permitió a los estudiantes revisar su proceso formativo.

Al finalizar la experiencia de adaptación curricular, se analizó la percepción de los estudiantes sobre la experiencia de enseñanza aprendizaje desarrollada, mediante procedimiento de encuestación electrónica utilizando Formularios de Google. Conocer la valoración de los estudiantes sobre las

interacciones con el aula virtual y las mediaciones tecnológicas implementadas constituye un valioso medio para reconducir el proceso de enseñanza en estos entornos. La percepción del estudiante se evaluó en base a los aspectos afectivo y operativo. El aspecto afectivo se refiere a la opinión y valoración del estudiante sobre su experiencia, mientras que el aspecto operativo se relaciona con el uso y habilidad de manejo del aula virtual y las plataformas educativas utilizadas.

En relación al aspecto afectivo, los estudiantes indicaron un alto grado de satisfacción con la propuesta de aprendizaje mixto (71,5%), y valoraron el aula virtual como un recurso facilitador y motivacional del aprendizaje (100%), que permitió la comprensión de conceptos e ideas básicas de la disciplina (85,8%). En relación al aspecto operativo, los estudiantes presentaron un buen dominio de la plataforma (71,5%) e indicaron que les permitió una buena organización del tiempo para trabajar en línea (57,2%). Además de la positiva aceptación de la propuesta se observó una participación más activa del estudiante que durante la cursada presencial tradicional, lo cual se tradujo en un mayor número de estudiantes que regularizaron la materia durante el año 2020.

A modo de conclusión podemos decir que la implementación del aula invertida favoreció el aprendizaje significativo del estudiante al verse implicado en él directamente, integrando conocimientos con capacidad de trabajo autónomo. En este tipo de estrategias pedagógicas no sólo cambia el rol del estudiante, sino también el del docente, que sigue teniendo un papel esencial para seleccionar los recursos y metodologías de trabajo, para planificar, guiar y servir de apoyo en las actividades de aprendizaje y para evaluar tanto los resultados alcanzados por el estudiante, como el éxito del proceso en sí (Tourón y Santiago, 2015).

## Bibliografía

01. Berenguer-Albaladejo, C. (2016). *Acerca de la utilidad del aula invertida o flipped classroom*. XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria, Julio 2016, Alicante. Alicante: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), 1466-1480.
02. De-Vincenzi, A. (2020). *Del aula presencial al aula virtual universitaria en contexto de pandemia de COVID-19*. Rev. Debate Universitario, 8 (16), 67-71.
03. Tourón, J. y Santiago, R. (2015). *El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela*. Revista de Educación [en línea], 368:196-208. Disponible en: <<https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:cb85a41d-9216-4867-94dc-cc0238439910/el-modelo-flipped-learning-y-el-desarrollo-del-talento-en-la-escuela-pdf.pdf>> [Acceso: 8 de marzo de 2021]





# Extensión y Desarrollo Rural



VI Jornadas de  
Ciencia y Tecnología  
de la FCA - UNR

## Las ingenieras agrónomas en la nueva ruralidad

Liliana Duré<sup>1</sup>, Silvana Seta<sup>2</sup>, Adhemar Pascuale<sup>3</sup>, Marisa Gonnella<sup>4</sup>, Claudia Torres Zanott<sup>5</sup>, Julieta Lázzari<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Introducción a los Sistemas de Producción

<sup>2</sup> Cátedra Sistemas Intensivos: Fruticultura

<sup>3</sup> Cátedra de Extensión Rural

<sup>4</sup> Cátedra de Sociología Rural

<sup>5</sup> Cátedra Epistemología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.

[lilidure@hotmail.com](mailto:lilidure@hotmail.com)

En el marco de nuestra investigación sobre Mujeres y Ruralidad, nos focalizamos, para esta presentación, en el análisis de las ingenieras agrónomas como mujeres que accionan y se afianzan en el contexto rural, son parte de la nueva ruralidad, concepto este último puesto en debate desde los 80's (Teubal, 2005) y que consideramos que contextualiza la valorización del trabajo de las mujeres rurales en la actualidad. Para comprender el contexto social de los registros y las implicancias simbólicas de los mismos, es preciso analizar el significado social de estos, principalmente desde las protagonistas.

Entre 1910 y 1912 se graduaron en la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNLP (Universidad Nacional de la Plata) las primeras ingenieras agrónomas del país, dos de las cuales también obtuvieron el título de profesoras (García, 2006). En la UBA (Universidad de Buenos Aires) en 1927 se gradúa la primera ingeniera agrónoma. La ingeniera agrónoma Clotilde Jauch es la primera en lograr el cargo de titular en la cátedra de Fitopatología (González, 2014). Se encuentra un clivaje histórico previo a la década del 60 y posterior a la misma en el marco de acceso a estudios superiores. El registro, como dato es esencial para visibilizar a las mujeres en la ruralidad, relacionados a los marcos sociales que trazaron y trazan. Nos preguntamos, a lo largo de nuestro recorrido social situado en dos períodos históricos (previo y post década del 60), si la incursión de las mujeres en la nueva ruralidad marca diferencias en las valorizaciones sociales, tanto propias como ajenas, o si los viejos patrones culturales permanecen y sigue siendo la ruralidad un ámbito en que prevalece la división de género relacionada a la división sexuada del trabajo, donde el hombre sigue siendo el centro de atención.

Nuestro objetivo en esta presentación es conocer cómo visualizan las ingenieras agrónomas su recorrido profesional y su trabajo en la ruralidad a partir de la década del sesenta.

Metodológicamente para el análisis histórico recurrimos a registros de instituciones (Facultades de Ciencias Agrarias, Colegios de ingenieros e ingenieras, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Instituto de Estadísticas y Censos, entre otras). Para conocer la opinión de las protagonistas de este análisis, realizamos entrevistas semi estructuradas y encuestas. La encuesta se envió a todas las mujeres colegiadas de la Segunda Circunscripción del Colegio de Ingenieros Agrónomos (Ciasfe2) que representan el 16 % de matriculados. Se realizaron también entrevistas a informantes calificados, en una instancia de formación-acción interdisciplinaria cuando la situación así lo ameritaba.

Como resultados preliminares, podemos informar que del universo de mujeres profesionales colegiadas el 30% respondieron la encuesta, exponemos las siguientes categorías de análisis:

Oportunidades de trabajo en la profesión: el 70,31% contestó que: es una profesión liderada por hombres, donde hay puestos sólo para ellos y se sigue asociando capacidad y aptitud con el género masculino.

Ingreso laboral de más fácil acceso para las mujeres: más del 41% de las ingenieras agrónomas comparten la actividad privada con instituciones educativas (es más accesible el ingreso laboral).

Tareas de gestación y cuidado: - En relación a la maternidad y la crianza de hijos e hijas, el 62,5% de las mujeres encuestadas respondió que las mismas no afectaron sus vidas profesionales.

Localización del trabajo: el 45,5% trabajan en la misma localidad donde residen, mientras que el resto (54,5%) lo hace en diferentes lugares.

Remuneración y género: el 70,23% considera que no existen diferencias entre hombres y mujeres por el mismo trabajo.

Sentido de pertenencia rural: con respecto a la pregunta referida a si las ingenieras agrónomas se consideran parte de la nueva ruralidad, son tan dispares las repuestas, que nos llevan a pensar si el mismo es un concepto internalizado en el medio en que se desempeñan o está todavía alejado de la realidad y por ende nos preguntamos si es posible que todavía se manejen las diferencias campo-ciudad.

Es apresurado expresar en esta primera fase de nuestra investigación, conclusiones taxativas, sin embargo, se destacan como conclusiones preliminares que las mujeres para acceder al trabajo en la nueva ruralidad, considerando los niveles de estudio superiores, aún prevalece la división sexuada del trabajo, asociando el mismo a capacidades, habilidades y competencias propias de un género u otro según simbologías socio cultural. Los registros simbólicos prevalecen, y los registros concretos son deficitarios en la información.

### **Bibliografía**

01. García, S (2006). Ni solas ni resignadas: la participación femenina en las actividades científico-académicas de la Argentina en los inicios del siglo XX. Cuadernos pag (27), julho-dezembro de 2006: pp.133-172.

02. Gonzalez, M (2014) Las primeras mujeres en la UBA. Disponible en

<https://es.scribd.com/document/385729538/Gonzalez-Maria-Clementina-Las-Primeras-Mujeres-en-La-UBA>

TEUBAL, M. (2005). Compiladora Giarraca N. ¿Una nueva ruralidad en América Latina? Parte I. Globalización y nueva ruralidad en América Latina. Colección CLACSO. Ediciones Libronauta, Argentina.



# Mejoramiento Genético y Biotecnología



VI Jornadas de  
Ciencia y Tecnología  
de la FCA - UNR

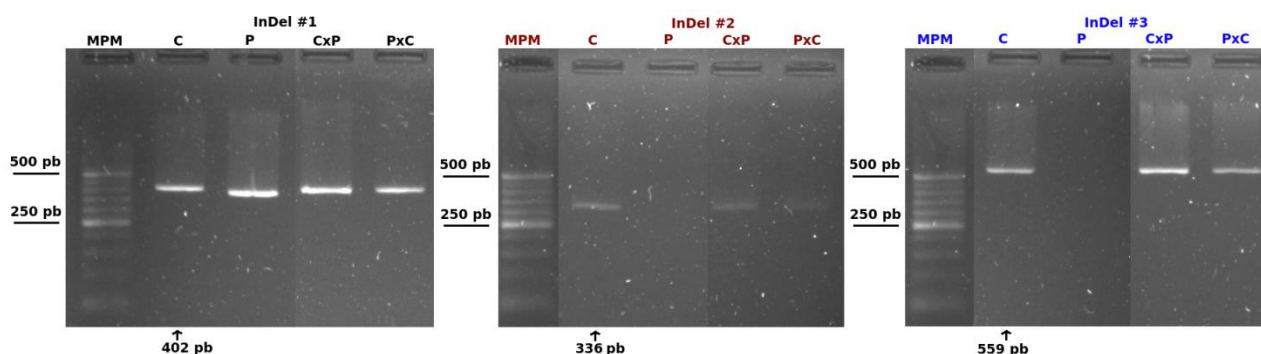
## Desarrollo de marcadores moleculares en base a estudios ómicos sobre dos progenitores de diferentes poblaciones base de un programa de mejoramiento genético de tomate.

Paolo Cacchiarelli<sup>1</sup>, Elizabeth Tapia<sup>2</sup>, Guillermo R. Pratta<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Agrarias de Rosario (IICAR-CONICET/UNR). <sup>2</sup> Centro Internacional Franco Argentino de Ciencias de la Información y Sistemas (CIFASIS-CONICET/UNR).  
[cacchiarelli@iicar-conicet.gob.ar](mailto:cacchiarelli@iicar-conicet.gob.ar)

El tomate cultivado (*Solanum lycopersicum*) es una de las hortalizas de mayor importancia agronómica (Meli *et al.*, 2010). Dada su reducida variabilidad genética, en los programas de mejoramiento suelen utilizarse especies silvestres emparentadas para ampliar la diversidad disponible. A partir de experimentos previos, se logró obtener el genoma y transcriptoma de los progenitores cv. Caimanta (*S. lycopersicum*, C) y LA0722 (*S. pimpinellifolium*, P), empleados para generar numerosas poblaciones del programa de mejoramiento genético de la Cátedra de Genética, FCA-UNR (Pereira da Costa *et al.*, 2016). Estos genotipos discrepantes para caracteres de calidad de fruto, comenzaron a partir de los últimos 7 años a ser caracterizados mediante enfoques ómicos, evidenciando también un alto nivel de polimorfismo tanto en la composición de la secuencia nucleotídica de su genoma como en el tipo y cantidad relativa de transcritos detectados en tres estados madurez del fruto, obteniendo un listado de genes con expresión diferencial (ED) (Cacchiarelli *et al.*, 2020a). A partir de esta lista de genes con ED, el estudio se enfocó en una subfamilia de pequeñas proteínas de choque térmico (sHSP) localizadas en el cromosoma 6 (Chr06) y altamente expresada durante la madurez. De hecho, esta subfamilia representa aproximadamente el 57% del ARNm de sHSP total en frutos rojos maduros (Arce *et al.*, 2019). Estos 4 genes carecen de intrones y se encuentran duplicados en tándem dentro de una región de ~17,9 kb del Chr06. A partir de estos resultados en el nivel transcriptómico, se planteó como objetivo para el presente trabajo el desarrollo de marcadores moleculares (MM) que permitan la caracterización de C, P y las diferentes poblaciones derivadas de su cruzamiento. Los genomas de estos progenitores fueron obtenidos por Cambiaso *et al.* (2019a) y ya se han desarrollado MM estructurales secuencia-específicos (Cambiaso *et al.*, 2019a y b, Cabodevila *et al.*, 2021). Como aporte original de este experimento, es esperable que, al partir de datos transcriptómicos, los MM resulten funcionales. Para lograr el objetivo propuesto, se extrajeron las secuencias de ADN correspondientes a las 4 sHSP mencionadas de los genomas de C y P. La comparación de estas regiones a través de un alineamiento de sus secuencias permitió poner de manifiesto numerosos polimorfismos nucleotídicos. Entre ellos, se detectaron *in silico* 3 Inserciones/Deleciones a partir de las cuales se desarrollaron MM de tipo InDel, cuyo comportamiento esperado es de herencia codominante. Para dicho desarrollo de cebadores que permitieran amplificar estos InDel, la comparación de las secuencias se realizó en la plataforma online EMBOSS Needle ([https://www.ebi.ac.uk/Tools/psa/emboss\\_needle](https://www.ebi.ac.uk/Tools/psa/emboss_needle)), seguido de Primer3 (<https://primer3.ut.ee/>) para su diseño, considerando los parámetros 'any\_th', '3'\_th' y 'hairpin' cercanos a 0, que indica alta calidad y especificidad. *In silico*, se identificaron: InDel#1 Cebador Izquierdo (CI): GATGTTCTGATGTCTGATGTAGTCT, Cebador Derecho (CD): TGATTCTATTATGTATAAAGTAGCAGAGG, amplicón de 402 bases, alinea con la región codificante de Solyc06g076550.4.1, diferencia de 14 pb entre C y P; InDel#2 CI: TTAAGCCAGCAAATTAACAACACTGT, CD: AAATAAGGTTTTCATGTTTAGCCCT, amplicón de 336 bases, alinea con la región promotora de Solyc06g076570.4.1, diferencia de 8 pb entre C y P; InDel#3 CI: GGATGATGGTGTGTAAGAATGATGA, CD: GTAAGCCTGCGAAGTTGAAATAATG, amplicón de 559 bases, alinea con la región promotora de Solyc06g076570.4.1, diferencia de 16 pb entre C y P. Estos 3 InDel fueron validados mediante amplificaciones por PCR que incluyeron, además del ADN extraído de plantas de C y P, al de las F<sub>1</sub> recíprocas entre ellos a fin de verificar el comportamiento codominante esperado en su herencia.

Los amplicones fueron visualizadas en geles de agarosa al 2,5% p/v en corridas electroforéticas con buffer TAE 1x y visualización mediante tinción con SYBR Safe®. Como puede observarse en la Fig. 1, para el InDel 1 se visualizaron las bandas esperadas tanto en C y P aunque las F<sub>1</sub> no mostraron un patrón de herencia codominante sino un único amplicón de igual tamaño que el de C. Por su parte, los InDel 2 y 3 sólo amplificaron en C y en las F<sub>1</sub>, por lo que en los tres casos la herencia resultó dominante, presentando P las alternativas recesivas de los 3 InDel. Cabe aclarar que la condición heterocigota de las F<sub>1</sub> había sido verificada previamente con otros MM por Cabodevila *et al.* (2021), y que a pesar de este comportamiento dominante no esperado, el uso de los 3 InDel para caracterizar poblaciones segregantes no impide su uso, sino que a lo sumo sólo condiciona su análisis al de MM de naturaleza dominante. Estudios previos en esta región del Chr06 demostraron que contiene secuencias altamente variables en el número y disposición de sus genes, en particular en las accesiones silvestres de tomate, lo que podría explicar la herencia dominante observada. La hipótesis subyacente es que en la condición heterocigota de los cruzamientos interespecíficos, los cebadores amplifican preferentemente sobre el genoma aportado por el progenitor cultivado. Tal hipótesis puede sustentarse en que los genomas de C y P fueron alineados inicialmente como referencia a cv. Heinz 1706, un genotipo cultivado, lo que pudo originar sesgos y/o forzar arreglos cromosómicos que resultan en artefactos en el genoma de P, tal como Cacchiarelli *et al.* (2020b) demostraron para el análisis transcriptómico. En consecuencia se llevará a cabo una secuenciación de lectura larga en estos progenitores, con el fin de revelar de manera más fiable la correcta disposición del arreglo de genes en dicha región del Chr06. Como conclusión, a partir de estudios ómicos fue posible desarrollar y validar MM funcionales de tipo InDel a partir de datos de dos progenitores de tomate.



**Figura1.** Geles de agarosa con visualización de bandas de los 3 InDels desarrollados amplificados en los genotipos de interés.

## Bibliografía

01. Arce D.P., Cacchiarelli P., Giménez M.D., Rodríguez G.R., Pratta G.R. (2019). Inducción diferencial de HSPs evaluada por ARN-Seq en dos especies de tomate (*Solanum spp.*) durante la madurez del fruto. XVII Congreso Latinoamericano de Genética, Mendoza.
02. Cabodevila V.G., Cambiaso V., Rodríguez G.R., Picardi L.A., Pratta G.R., Capel C., Lozano R., 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), 1-14.
03. Cacchiarelli P., Arce D.P., Tapia E., Pratta G.R. (2020a). Interactómica entre transcriptos en dos estados de madurez del fruto de dos genotipos de tomate (*Solanum spp.*) discrepantes para la calidad. IV Reunión Conjunta de Sociedades de Biología de la República Argentina (virtual).
04. Cacchiarelli P., Tapia E., Pratta G.R. (2020b). Ensamblado de novo del transcriptoma en tres estados de madurez del fruto de la accesión silvestre de tomate *Solanum pimpinellifolium* LA0722. XLVIII Congreso Argentino de Genética (virtual).
05. Cambiaso V., Pratta G.R., Pereira da Costa J.H., Zorzoli R., Francis D.M., Rodríguez G.R. (2019a). Whole genome re-sequencing analysis of two tomato genotypes for polymorphism insight in cloned genes and a genetic map construction. *Scientia Horticulturae*, 247, 58-66.



06. Cambiaso V., Gimenez M.D., Pereira da Costa, J.H., Vazquez D.V., Picardi L.A., Pratta G.R., Rodríguez G.R. (2019b). Selected genome regions for fruit weight and shelf life in tomato RILs discernible by markers based on genomic sequence information. *Breed. Sci.*, 69, 447-454.
07. Meli VS, Ghosh S, Parva TN, Chakraborty S and Datta A. 2010. Enhancement of fruit shelf life by suppressing N-glycan processing enzymes. *Proc Natl Acad Sci* 107:2413-2418.
08. Pereira da Costa J.H., Mahuad S.L., Liberatti D.R., Marchionni Basté, E.M., Rodríguez G.R., Zorzoli R.; Picardi L.A., Pratta, G.R. 2016. Tomato Second Cycle Hybrids as a new source of genetic variability for fruit quality traits. *Crop Breed. Appl. Biotech.* 16: 289-297.

## Genes de la especie silvestre *Solanum pennellii* localizados en el cromosoma 8 afectan el tamaño, la forma y la vida poscosecha de los frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Felipe Trepát<sup>1</sup>, Vladimir Cambiaso<sup>1</sup>, Melisa Di Giacomo<sup>2</sup>, Agustina P. Fortuny<sup>2,3</sup>, Dana V. Vazquez<sup>2</sup>, Javier H. Pereira da Costa<sup>1,2</sup>, Gustavo R. Rodríguez<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Genética, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR)

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario (IICAR-CONICET-UNR)

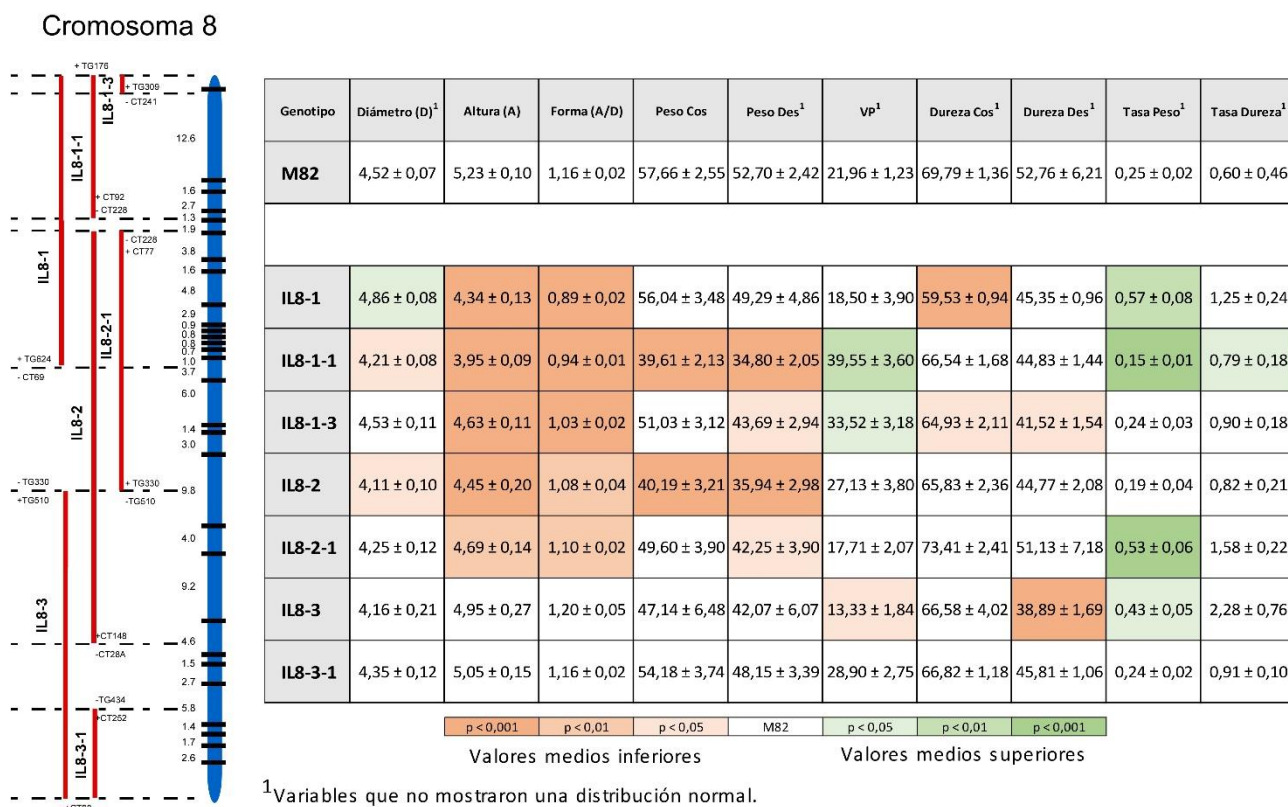
<sup>3</sup>Instituto de Biología Molecular y Celular de Rosario (IBR-CONICET-UNR). Campo Experimental Villarino, S2125ZAA Zavalla, Santa Fe, Argentina.

[grodri@unr.edu.ar](mailto:grodri@unr.edu.ar)

Las especies silvestres de tomate cultivado son un reservorio de genes con potencial para mejorar características productivas, adaptativas y de calidad del fruto que aún esta subaprovechado. El tamaño, la forma y la vida poscosecha de los frutos son atributos fundamentales cuando el producto se destina al consumo en fresco. La región centromérica del cromosoma 8 se asoció a la forma y la vida poscosecha de los frutos en una retrocruza temprana del cruzamiento entre el cv. Rio Grande de *Solanum lycopersicum* L. y la accesión LA1589 de *S. pimpinellifolium* L. (Green *et al.*, 2016) y en retrocruzas tempranas y avanzadas del cruzamiento entre el cv. Caimanta x la accesión LA0722 de *S. pimpinellifolium* (Pereira da Costa *et al.*, 2013; Di Giacomo *et al.*, 2020). Otros grupos de trabajo han desarrollado ILs (*Isogenic Lines* o Líneas isogénicas) que son líneas homocigotas cuyo genoma presenta una introgresión o segmento cromosómico único procedente de un genoma donante. Entre estos, Lippman *et al.* (2007) desarrollaron 76 ILs entre el cv. M82 y la accesión LA0716 de *S. pennellii* L., de las cuales 7 presentan regiones diferenciales para el cromosoma 8. El objetivo del trabajo fue evaluar características de tamaño, forma y vida poscosecha de los frutos en las ILs de M82 con introgresiones de la especie silvestre LA0716 de *S. pennellii* en el cromosoma 8. El material vegetal consistió en las 7 líneas homocigotas para la introgresión en el cromosoma 8 (IL8-1, IL8-1-1, IL8-1-3, IL8-2, IL8-2-1, IL8-3 e IL8-3-1) que se esquematizan en la Figura 1A y el padre recurrente cv. M82. Se evaluaron cuatro plantas por genotipo en un diseño completamente aleatorizado en el Invernáculo del Módulo de Horticultura del Campo Experimental Villarino de la FCA-UNR. En frutos (N = 186) cosechados al estado pintón (definido como aquel que alcanza entre un 10 y 30% del color de madurez en la superficie externa) se evaluaron el Diámetro (D, en cm), la Altura (A, en cm), la Forma (cociente A/D), el peso (Peso Cos, en g), la vida poscosecha (VP, como los días transcurridos desde la cosecha hasta el deterioro del fruto por exceso de ablandamiento o arrugamiento) y la Dureza (Dureza Cos) de los frutos. Al descarte se volvió a evaluar el peso (Peso Des, en g) y la Dureza (Dureza Des). Se estimó la Tasa Peso (Peso Cos-Peso Des/VP) y la Tasa Dureza (Dureza Cos – Dureza Des / VP). La normalidad de las variables se comprobó a través de la prueba de *Shapiro-Wilks*. Para comparar los valores medios de cada IL respecto al cv. M82, se utilizó la prueba de *t* de *Student* para las variables que presentaron una distribución normal y la prueba no paramétrica de *Kruskal Wallis* para las que no. Se estimaron las correlaciones entre las variables por el coeficiente de *Spearman*. Las variables que mostraron una distribución normal fueron A, Forma y Peso Cos. Todos los segmentos introgresados de LA0716 en el cromosoma 8 del cv. M82 afectaron significativamente ( $p < 0,05$ ) al menos un carácter evaluado, con excepción del extremo basal del cromosoma representado por la IL8-3-1 (Figura 1B). Los caracteres relacionados al tamaño y la forma de los frutos se vieron afectados en sus valores medios en las ILs que presentaron introgresiones en las partes superior y central del cromosoma 8. Los genes silvestres en esas regiones disminuyeron la altura de los frutos y el índice de forma. Teniendo en cuenta que M82 es un cultivar que produce frutos alargados, los genes silvestres redujeron la altura del fruto sin modificar el diámetro resultando en tomates de forma redonda (valor medio de Forma cercano a 1). El Peso cos disminuyó significativamente ( $p < 0,001$ ) en las ILs 8-1-1 y 8-2. VP se incrementó significativamente ( $p < 0,05$ ) por la introgresión de genes de LA0716 en la parte

superior del cromosoma 8 representado por las ILs 8-1-1 y 8-1-3 mientras que disminuyó con las introgresiones silvestres en la base del cromosoma (IL8-3). No se encontraron correlaciones significativas entre VP y la Tasa Peso o la Tasa Dureza por lo que la deshidratación o el ablandamiento de los frutos no pudieron explicar esta variable. Sí se encontraron correlaciones significativas ( $p < 0,05$ ) entre los caracteres relacionados al tamaño, el peso y la forma de los frutos.

A) B)



**Figura 1. A)** Representación esquemática de ILs desarrolladas por Lipman *et al.* (2001). En azul se muestra el mapa genético para el cromosoma 8 de tomate, las líneas negras representan las posiciones de marcadores moleculares y los números a la izquierda las distancias en centiMorgan (cM). Las líneas verticales rojas representan la longitud de las regiones introgresadas de LA0716 de *S. pennellii* para cada IL, en el contexto genético del cv. M82. **B)** Valor medio ± error estándar para cada variable estudiada en el cv. M82 (segunda fila) y en las siete ILs (cuarta a décima fila). Las celdas blancas indican diferencias no significativas con el cv. M82. Las diferencias de las ILs con M82 están representadas por celdas coloreadas de diferente intensidad según el grado de significancia. Las tonalidades naranjas indican disminución en los valores medios mientras que las verdes indican incremento de los valores medios en las ILs.

Se concluye que las introgresiones diferenciales de *S. pennellii* localizados en la región centromérica del cromosoma 8 de tomate disminuyen el tamaño y los valores de forma o incrementan la vida poscosecha de los frutos de tomate.

## Bibliografía

01. Di Giacomo, M.; Luciani, M.D.; Cambiaso, V.; Zorzoli, R. Rodríguez, G.R. y 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(8).
02. Green, G.Y.; Pereira Da Costa, J.H.; Cambiaso, V.; Pratta, G.R.; Zorzoli, R. y Rodríguez, G.R. (2016) Single and joint effect of the basal region of chromosome 2 and centromeric region of chromosome 8 on morphological and fruit quality traits in tomato. *Euphytica*, 210(3), 327-339.
03. Lippman, Z.B.; Semel, Y. y Zamir, D. (2007) An integrated view of quantitative trait variation using tomato interspecific introgression lines. *Curr Opin Genet Dev.*, 17(6), 545-552.
04. Pereira Da Costa, J.H.; Rodríguez, G.R.; Pratta, G.R.; Picardi, L.A. y Zorzoli, R. (2013) QTL detection for fruit shelf life and quality traits across segregating populations of tomato. *Scientia Horticulturae*, 156, 47-53.

## Heredabilidad en sentido estricto para la caída de cariopses en *Panicum coloratum* var. *makarikariense*

María Florencia Moresco Lirusso, Guillermo Raúl Pratta, Silvina Andrea Felitti

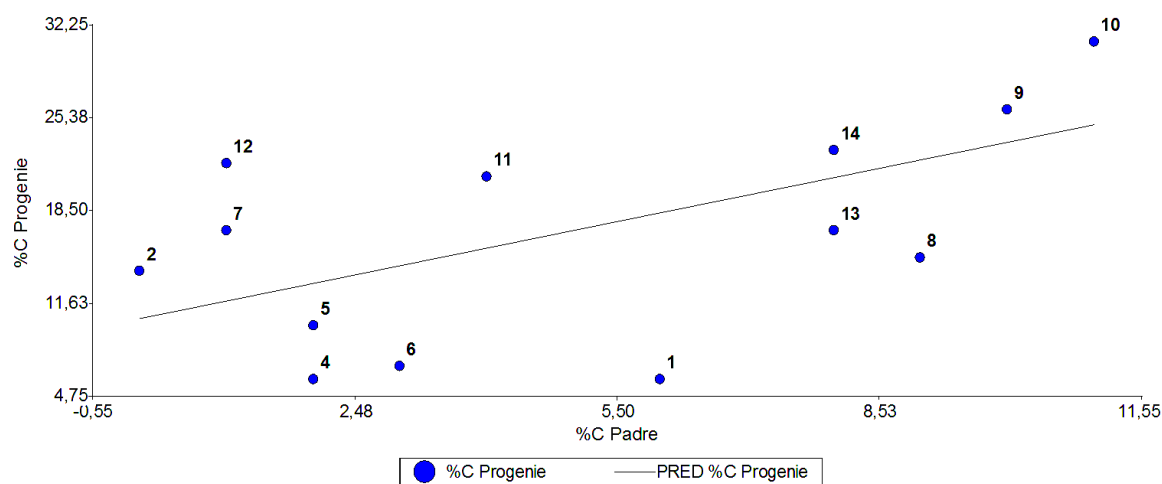
Laboratorio de Biodiversidad Vegetal y Microbiana. Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario (IICAR- CONICET). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Parque Experimental Villarino, S2125ZAA Zavalla, Santa Fe, Argentina.

[felitti@iicar-conicet.gob.ar](mailto:felitti@iicar-conicet.gob.ar) [sfelitti@unr.edu.ar](mailto:sfelitti@unr.edu.ar)

El desarrollo de nuevos cultivos con mejoras en determinados caracteres agronómicos no ha sido una tarea sencilla para los mejoradores debido a que dichos rasgos, por su naturaleza poligénica, se encuentran influenciados por su genotipo, por el ambiente y por la interacción genotipo x ambiente (Falconer, 1986). Por este motivo, antes de desarrollar un programa de mejora, resulta indispensable conocer la variabilidad genética disponible en el material y la heredabilidad de los rasgos agronómicos. La heredabilidad en sentido estricto ( $h^2$ ) es igual al cociente entre la varianza genética aditiva y la varianza fenotípica, reflejando la proporción de la variación fenotípica de una población que es debida a las diferencias entre los efectos génicos aditivos. Un valor aditivo alto implica que los padres con mayores valores fenotípicos para el carácter bajo estudio tendrán hijos también con valores superiores, pareciéndose más a sus padres que al promedio de la población. Cuanto mayor sea el componente de variación genética aditiva en la manifestación del carácter, mayor será el parecido entre hermanos de una misma familia en relación al parecido con hermanos de distintas familias (Falconer, 1986; Cubero, 2003). El análisis de regresión lineal es una técnica estadística utilizada para estudiar la relación entre variables y se adapta a una amplia variedad de situaciones. Dicho análisis se emplea para relacionar los valores de los caracteres medidos en los padres y las medias de sus respectivas progenies (Nguyen y Sleper, 1983). La pendiente de regresión lineal simple (en el que los valores asumidos por la progenie son la variable dependiente y los valores obtenidos de los padres constituyen la variable independiente) es la proporción entre la covarianza entre padres y su descendencia y las varianzas fenotípicas de los padres. *Panicum coloratum* var. *makarikariense* es una especie de gramínea de tipo  $C_4$  nativa de Sudáfrica, principalmente alógama sin problemas de fertilidad. En Argentina se reconocen dos cultivares: cv. Kapivera y cv. Bambatsi, y es una pastura ampliamente valorada por su producción de forraje de buena calidad en ambientes donde los recursos son limitantes, aunque es escasamente difundida en los sistemas ganaderos actuales debido a la asincronía en la caída de cariopses. Esta característica es de valor adaptativo en condiciones de semillas debido a que la extensión en el tiempo de la caída de cariopses permite exponer las semillas a diferentes condiciones ambientales, ampliando así la posibilidad de dispersión de la especie. Pero en agronomía esta característica dificulta la producción de semilla comercializable pues la cosecha no puede ser unificada a un único período del cultivo. El objetivo fue estimar  $h^2$  para la caída de cariopses en dos cultivares de *Panicum coloratum* var. *makarikariense* mediante la regresión progenie-progenitor. Las semillas utilizadas para llevar a cabo el presente ensayo fueron recolectadas sobre plantas progenitoras de cada cultivar, tomadas al azar durante un análisis de caída realizado en el año 2017. El ensayo estuvo conformado por 7 familias de medio-hermanos (3 familias pertenecientes al cultivar Kapivera y 4 familias pertenecientes al cultivar Bambatsi) dispuestas sobre un lote experimental. La caída de cariopses fue evaluada semanalmente a nivel de planta individual sobre 13 plantas del cultivar Kapivera y 15 plantas del cultivar Bambatsi entre los primeros días del mes de febrero y los días finales del mes marzo de los años 2019 y 2020, mediante la colocación de trampas sobre inflorescencias al azar cuando el 80% de las mismas presentaban  $2/3$  de antesis. Las colectas se realizaron hasta que el 80% de las inflorescencias habían perdido la totalidad de sus cariopses. El valor de heredabilidad obtenido mediante la regresión progenie-progenitor se clasificó de acuerdo al criterio de Ramírez y Egaña (2003), tal que valores mayores que 0,50 fueron considerados altos, valores entre 0,25 - 0,50 como medios y aquellos menores que 0,25 como bajos. Todos los análisis estadísticos se realizaron

en el programa Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2011). Se encontró una pendiente de regresión significativa, indicando una covarianza progenie-progenitor distinta de 0, para la caída de semillas ocurrida en la quinta semana de su inicio ( $p < 0,05$ ). En consecuencia, las diferencias en esta variable entre las progenie están asociados a las diferencias entre sus padres, habiéndose evaluado sólo el progenitor femenino. En estos casos, el valor de  $h^2$ , que debería fluctuar entre 0 y 1, se calcula como el doble de la pendiente de la recta de regresión, pero dado que ésta fue numéricamente mayor a 1, lo que puede deberse a que las mediciones en padres y en progenies fueron hechas en años distintos, manifestándose un efecto de la variación ambiental sesgando la estimación. De todas formas, se infiere que la caída de cariopses en la quinta semana desde su inicio presenta una muy alta proporción de variancia fenotípica debida a variancia genética aditiva según el criterio de Ramírez y Egaña (2003). Esto indica que es posible iniciar un programa de mejoramiento por selección artificial para modificar su media. En el gráfico de dispersión (Fig. 1, algunos puntos están superpuestos y sólo se identifica en ellos un par progenie-progenitor), puede verse una relación claramente positiva entre las variables, de manera que mientras aumenta el valor de X (porcentaje de caída de cariopses de los padres) también aumenta el valor de Y (porcentaje de caída de cariopses de la progenie). Este hecho puede además relacionarse con los resultados obtenidos previamente sobre los progenitores, en lo que se observó en la semana 5 desde su inicio, la existencia de las mayores diferencias para la caída de cariases entre los cultivares analizados. La elevada  $h^2$  encontrada coincide con estudios realizados por diversos autores sobre especies forrajeras como *Lathyrus sativus* y *Bromus catharticus*, donde señalan que determinados caracteres relacionados al rendimiento de semillas demuestran una alta heredabilidad (Türk *et al.*, 2007; Abbott y Pistorale, 2010). En este trabajo, se concluye que la heredabilidad en sentido estricto para el carácter caída de semillas, estimada mediante la regresión progenie-progenitor, fue muy alta en la población de *Panicum coloratum* var. *makarikariense* bajo estudio.

S5



**Figura 1.** Gráfica de dispersión de los datos en conjunto en la quinta semana (S5) desde el inicio de la caída de cariopses.

## Bibliografía

01. Abbott, L. y Pistorale, S. (2010) Determination of variance components and heritability in prairie grass (*Bromus catharticus* Vahl.). *Agriscientia*, 27, 115-123.
02. Cubero, J.I. (2003) *Introducción a la mejora genética vegetal*; Mundiprensa. 602 p.
03. Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. (2011) *InfoStat*: Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba. 336 p.
04. Falconer, D.S. (1986) *Introduction a la genetica cuantitativa*: CECSA México. 383 p.

05. Nguyen H.N. y Sleper D.A. (1983) Theory and application of half-sib matings in forage grass breeding. *Theoretical and Applied Genetics* 64, 187-196.
06. Ramírez, L. y Egaña, B. (2003) *Guía de conceptos de genética cuantitativa*: Departamento de Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra. 21 p.
07. Türk, M.; Albayrak, S. y Celik, N. (2007) Estimates of broad-sense heritability for seed yield and yield components of grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 31, 155-158.



## Evaluación de parámetros nutricionales en variedades comerciales de arveja

María Fernanda Guindon, Enrique Cointy

IICAR-CONICET. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.  
[ferguindon@gmail.com](mailto:ferguindon@gmail.com)

Las leguminosas han sido utilizadas como alimento desde hace miles de años, representando aproximadamente el 27% de la producción agrícola mundial. Se caracterizan por poseer un bajo contenido en grasas (1-2%) y un alto contenido de proteínas (superior al 20%), fibras (8%) y minerales (3%). Muchas de ellas están adaptadas a las condiciones ecológicas de nuestro país y su cultivo mejora la fertilidad y estructura del suelo al aportar nitrógeno fijado directamente de la atmósfera (Guindon *et al.*, 2021). La producción de arveja (*Pisum Sativum* L.) en Argentina ha crecido de manera significativa. Sin embargo, se produce y exporta principalmente arveja verde, siendo prácticamente nula la participación en los mercados internacionales con agregado de valor. Lo que parece limitar la explotación plena del potencial de la arveja es la ausencia de un enfoque multidisciplinario, dado que hasta el momento los principales esfuerzos han sido dirigidos al mejoramiento de caracteres fenotípicos y agronómicos. Por lo tanto es necesario realizar una caracterización integral considerando también diferentes rasgos de calidad. Con el objetivo de estudiar parámetros productivos y nutricionales se evaluó la variación genética y el efecto del uso de un inoculante en los caracteres número de vainas y número de semillas producida por planta, diámetro de semilla (cm), peso promedio de semilla por planta (g), altura de planta (cm), contenido de proteína (g/100 g de harina), de compuestos fenólicos (mg/g de harina) y de ácido fítico (mg/g de harina).

En el año 2020 se sembraron siete variedades comerciales de arveja (*Pisum Sativum* L.) (tres amarillas y cuatro verdes) tratadas y sin tratar con la dosis recomendada de un inoculante en base a cepas de *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* con dos repeticiones de 50 plantas en un diseño completamente aleatorizado. El contenido proteico fue determinado a partir del kit comercial *Qubit Protein Assay* (Invitrogen), el contenido fenólico, a partir del método descrito en Xu *et al.* (2007) y el contenido de ácido fítico a partir del protocolo de Liu *et al.* (2015). Los datos obtenidos se analizaron con el programa Infostat. Para cada variable se comprobó la normalidad por el test de Shapiro-Wilk y se realizaron análisis de variancia (ANDEVA) y test de Duncan ( $p < 0,05$ ) para comparar los valores promedios de las distintas variedades. Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson y se realizó un análisis de componentes principales para obtener una representación gráfica de la relación de las siete variedades.

Se observaron diferencias entre las muestras tratadas con inoculantes y las muestras sin tratar para los caracteres número de vaina, semilla por planta y contenido proteico ( $p < 0,05$ ). En la Tabla 1 se muestran los valores promedios, el desvío estándar, los valores mínimos y máximos observados para cada variable y los valores p obtenidos a partir del ANDEVA al evaluar diferencias entre las variedades.

Los siete genotipos de arveja mostraron un amplio rango de variación en su perfil para todos los caracteres evaluados excepto para contenido de compuestos fenólicos. En general, los granos amarillos mostraron valores superiores para diámetro de semilla y contenido proteico y valores inferiores para altura. Es importante destacar que la variedad Yams presentó valores muy bajos para contenido de ácido fítico (3,65 mg/g harina). Este micronutriente es la principal forma de almacenamiento de fósforo y es un quelante de cationes como calcio, magnesio, potasio, hierro y zinc, impidiendo su absorción en el intestino humano (Guindon *et al.*, 2021).

Como se esperaba, número de vainas, número de semilla y peso de semilla por planta presentaron correlaciones positivas ( $r > 0,70$ ;  $p < 0,05$ ), y correlacionaron de forma negativa con el contenido proteico ( $r < -0,70$ ;  $p < 0,05$ ). Es decir que mejores características productivas se asociaron con un menor contenido de proteína, lo cual no resulta beneficioso para el mejoramiento de ambos caracteres en conjunto. Por otro lado se observaron correlaciones negativas entre el diámetro de las

semillas y la altura ( $r=-0,84$ ;  $p<0,05$ ) y el contenido de ácido fítico ( $r=-0,81$ ;  $p<0,05$ ). Estas asociaciones resultan convenientes dada la búsqueda de plantas de menor estatura para evitar el vuelco, con menor contenido de ácido fítico, considerado un antinutriente y con mayor calibre de grano.

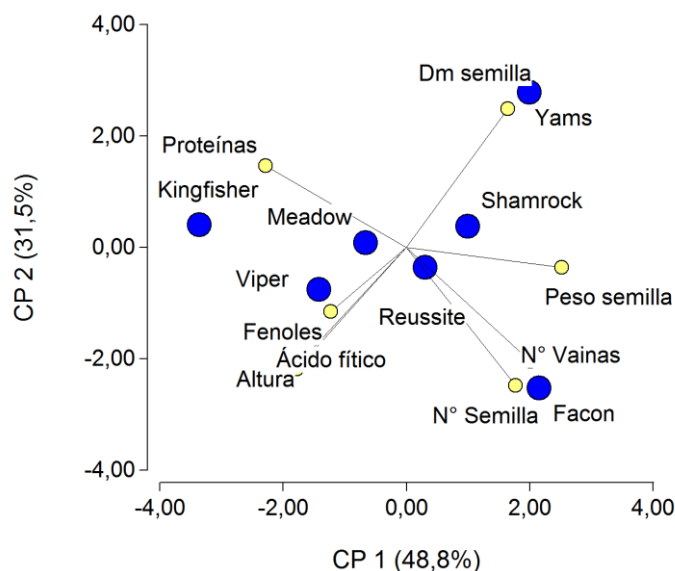
Al realizar el análisis de componentes principales (Figura 1) las dos primeras componentes explicaron un 80% de la variación total. Peso de semilla por planta, contenido proteico y de ácido fítico fueron las variables que más contribuyeron a la primera componente, mientras que diámetro de semilla y número de semilla contribuyeron más a la segunda componente. El gráfico permite visualizar que la variedad Yams se destaca por su alto diámetro y su bajo contenido de ácido fítico, Kingfisher por su alto contenido proteico, y Facón por los caracteres productivos.

A partir de este estudio se han podido identificar líneas que pueden ser explotadas en programas de mejoramiento multidisciplinarios de arveja que consideren características nutricionales y características relacionadas al rendimiento.

**Tabla 1**

| Variable                       | Valor Medio | Desvío Estándar | Valor Mínimo | Valor Máximo | Valor p |
|--------------------------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Proteínas (g /100 g de harina) | 21,9        | 2,56            | 17,04        | 26,32        | 0,0004  |
| Ácido fítico (mg /g de harina) | 7,06        | 1,72            | 3,65         | 10,12        | 0,0024  |
| Fenoles (mg /g de harina)      | 1,57        | 0,18            | 1,32         | 2,08         | 0,1600  |
| Número Vainas/planta           | 8,57        | 2,92            | 4,33         | 17,33        | 0,0270  |
| Número Semilla/planta          | 32,81       | 12,43           | 14,33        | 71,67        | 0,0020  |
| Peso semilla por planta (g)    | 4,54        | 2,00            | 1,56         | 8,79         | 0,0156  |
| Diámetro semilla (cm)          | 0,63        | 0,06            | 0,53         | 0,77         | <0,0001 |
| Altura (cm)                    | 39,7        | 5,13            | 28,00        | 47,67        | 0,0034  |

**Biplot Análisis de Componentes Principales**



**Figura 1**

## Bibliografía

01. Guindon, F.; Cazzola, F.; Palacios, T.; Gatti, I.; Bermejo, C. y Cointy, E. (2021) Biofortification of pea (*Pisum sativum* L.): A Review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
02. Liu, X.; Glahn, R.P.; Arganosa, G.C. y Warkentin, T.D. (2015) Iron Bioavailability in Low Phytate Pea. *Crop Science*, 55, 320–330.
03. Xu, B.J. y Chang, S.K.C. (2007) A Comparative Study on Phenolic Profiles and Antioxidant Activities of Legumes. *Sensory and Nutritive Quality of Food*, 72, S159–S166.

## Evaluación de una colección activa de lenteja para selección de parentales en un programa de biofortificación

Fernando Maglia, Carolina Bermejo, Enrique Cointy

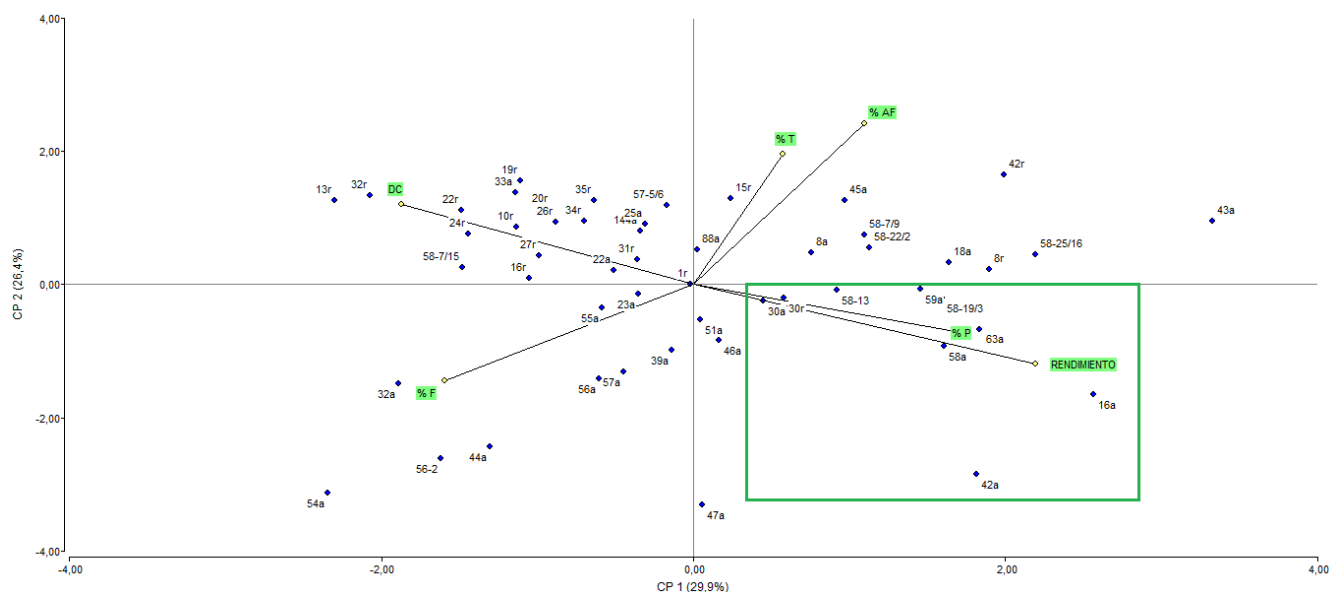
Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IICAR-CONICET), Facultad de Ciencias Agrarias, UNR, CC 14, S2125ZAA Zavalla, Santa Fe, Argentina. Cátedra de Mejoramiento Vegetal y Producción de Semillas, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR, CC 14, S2125ZAA Zavalla, Santa Fe, Argentina.  
[fer.maglia@hotmail.com](mailto:fer.maglia@hotmail.com)

La lenteja (*Lens culinaris* Medik L) es un cultivo muy importante desde el comienzo de la revolución de la agricultura en el Viejo Mundo y uno de los primeros en ser domesticado junto al trigo, la cebada, la arveja y el lino (Zohary, 1976). Desde el punto de vista nutricional posee un alto valor proteico (20-30%), alto contenido de carbohidratos (43-70%) y es una fuente rica en fibra dietética, antioxidantes, vitaminas y minerales esenciales en la dieta (Kumar *et al*, 2018). La biofortificación se refiere a un enfoque del mejoramiento genético para aumentar tanto las concentraciones de nutrientes como la biodisponibilidad de los mismos (Guindón *et al*, 2021). Actualmente nuestro programa de mejora tiene como objetivo la obtención de variedades de alto rendimiento, ciclos precoces, alto porcentaje de proteína y bajos porcentajes de ácido fítico, fenoles y taninos.

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar 54 accesiones de lenteja pertenecientes a la colección activa de la FCA UNR en cuanto a variables agronómicas y nutricionales para la selección de parentales superiores.

La evaluación se realizó en el Campo Experimental J.F. Villarino (33° 01' de latitud sur y 60° 53' de longitud oeste) perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR en la localidad de Zavalla. El 2 de julio de 2020 se sembraron las variedades tanto de cotiledón rojo como amarillos junto con el testigo comercial Silvina, efectuándose la cosecha entre los meses de septiembre y octubre. Cada parcela consistió en un surco de 40 plantas con una separación de 3 cm entre planta utilizándose un sistema de riego por goteo. Se empleó un diseño en bloques completamente aleatorizados con dos repeticiones y se midieron las variables días a floración (DF), días a cosecha (DC), altura de planta (AP) (cm), número de semillas/vaina (NSV), número de vainas/planta (NVP), número de semillas/planta (NSP), calibre del grano (CG) (mm), peso de las 100 semillas (P100) (gr), rendimiento en gramos (R), porcentaje de proteína (%P), porcentaje de ácido fítico (%AF) (Liu *et al*, 2015), porcentaje de fenoles totales (%F) (Xu *et al*, 2007) y porcentaje de taninos (%T) (Xu *et al*, 2007). Los datos se analizaron con el software InfoStat (Balzarini y Di Renzo, 2013) utilizándose un Análisis de la Variancia (ANVA) paramétrico y en los casos donde no se cumplieron los supuestos de normalidad u homocedasticidad se compararon las medianas mediante el ANVA no paramétrico de Kruskal-Wallis y finalmente se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para seleccionar los parentales superiores.

Como resultados de este primer año de estudio el ANVA paramétrico reveló diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) para las variables DC, R, %P, %AF y %F entre genotipos (DC:  $F = 87.8$ , R:  $F = 4.8$ , %P:  $F = 6.7$ , %AF:  $F = 15.9$  y %F:  $F = 18.6$ ) y el ANVA no paramétrico de Kruskal-Wallis reveló diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) para la variable % T entre genotipos (%T:  $H = 98.8$ ); por lo que se podría afirmar que existe variabilidad genética suficiente en la colección como para seleccionar materiales.



**Figura 1.** Análisis de Componentes Principales (ACP) para las variables DC, R, %P, % AF, %F y %T.

El ACP (Figura 1) muestra que el 56.3% de la variación total es explicada mediante las primeras dos componentes principales. Las variedades que se observan dentro del rectángulo verde (16a, 42a, 63a, 58a, 58-19/3, 59a, 58-13, 30a y 30r) podrían ser seleccionadas como futuros parentales para incluir en nuestros programas de biofortificación debido a su alto R y %P y bajo DC, %AF, %F y %T.

Dichos resultados preliminares son parte de un análisis más exhaustivo que incluye otro año de evaluación para el estudio de la interacción genotipo – ambiente y una caracterización genética mediante marcadores moleculares, los cuales permitirán reforzar los mismos.

## Bibliografía

01. Balzarini, M.G., Di Renzo J.A. InfoStat: software estadístico para análisis de datos. 2013. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
  02. Guindón M.F., Cazzola F., Palacios T., Gatti I., Bermejo C., Cointy E. (2021) Biofortification on pea (*Pisum sativum* L): a review. Science of Food and Agriculture.
  03. Kumar S., Choudhary A.K., Rana K.S., Sarker A., Singh M. (2018) Bio-fortification potential of global wild annual lentil core collection. PLoS ONE 13(1):e0191122.
  04. Liu X., Glahn R.P., Arganosa G.C., Warkentin T.D. (2015) Iron bioavailability in low phytate pea. Crop Science 55(1): 320-330.
  05. Xu B.J., Chang S.K.C. (2007) A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes ass affected by extraction solvents. Journal of food science Vol. 72, Nr. 2, 2007, 159 – 166.
- Zohary D. (1976) Lentil. Pages 163–164 in Evolution of crop Plants (N.W. Simmonds, ed.). Longman, London, UK.

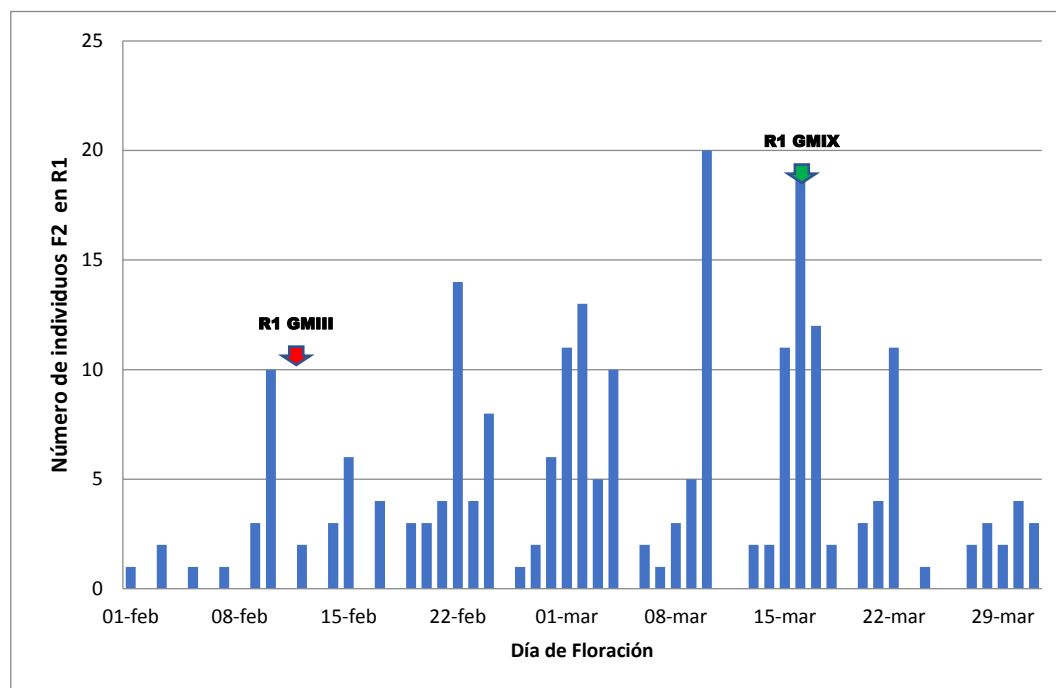
## Estudio de la regulación génica de la expresión floral por la vía autónoma en soja

Mariana Virginia Cambursano, Victoria Moser, Juan Manuel Sacher, Julieta Sofía Bianchi, Carlos Alberto Cairo, Álvaro Quijano

Cátedra de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).  
[marianacambursano@gmail.com](mailto:marianacambursano@gmail.com)

La soja (*Glycine max* L. Merr.) es una planta de día corto de respuesta cuantitativa en cuanto a sus requisitos fotoperiódicos para la floración. Existe para cada cultivar un fotoperíodo crítico (Fc), por debajo del cual los días a la floración son mínimos. El Fc varía con la sensibilidad de cada genotipo. Con F más largos que el Fc, el proceso se vuelve más lento y la floración se retrasa. En soja existe además un Fc superior (Fcs), por encima del cual los días a la floración son máximos y ya no aumentan con el aumento del F ni ante variaciones en la temperatura (Whigham y Minor, 1983; Roberts y Summerfield, 1987; Summerfield *et al.*, 1993). De la misma manera que en el caso del Fc, el Fcs varía con la sensibilidad del genotipo al F. Las plantas poseen un mecanismo de floración constitutivo que se denomina “vía autónoma”. Aquellas plantas con respuesta fotoperiódica cuantitativa que no hayan recibido el estímulo por la vía fotoperiódica terminarán floreciendo por vía autónoma, aunque mucho tiempo después (Scortecci *et al.*, 2003). La floración en plantas está controlada por condiciones ambientales y factores intrínsecos. El proceso está regulado por una vía compleja que implica una intrincada red de señalización, cuyo estudio ha sido abordado en *Arabidopsis thaliana* (Ath). Muchos de los genes de Ath que regulan la floración por la vía autónoma actúan a través de los efectos sobre la expresión del gen clave *FLOWERING LOCUS C* (*FLC*). Los genes en la vía autónoma parecen estar implicados en la represión epigenética o postranscripcional de la expresión de *FLC* (Simpson, 2004). Todos estos genes también están representados por homólogos claros en soja (Hecht *et al.*, 2005). El objetivo del presente estudio fue analizar si la regulación de la expresión floral por la vía autónoma de floración, independiente del fotoperíodo y la temperatura en soja, está regulada por uno o más genes, utilizando poblaciones segregantes generadas a partir del cruzamiento de dos genotipos contrastantes en su sensibilidad fotoperiódica. Los genotipos utilizados como parentales de los cruzamientos fueron: Williams 82 (con baja sensibilidad fotoperiódica) utilizado como progenitor femenino, y la línea F85-4731 (con alta sensibilidad fotoperiódica) como progenitor masculino. Las semillas F<sub>1</sub> provenientes de los cruzamientos mencionados fueron sembradas en macetas en condición de invernáculo a fin de obtener las semillas de la generación Filial 2 (F<sub>2</sub>). En total se obtuvieron 5 poblaciones F<sub>2</sub> segregantes cuyos individuos se sembraron junto a los progenitores en condiciones de campo. De todos los individuos sembrados de cada población F<sub>2</sub>, emergieron y se establecieron 38, 43, 50, 51 y 48 plantas correspondientes a las 5 poblaciones F<sub>2</sub> analizadas. La fecha de emergencia de las plantas fue el 10 de diciembre de 2020. Las plantas fueron mantenidas durante todo el experimento bajo un F de 18 h d<sup>-1</sup>, el mismo se obtuvo suplementando el fotoperíodo natural de los meses de: diciembre, enero, febrero y marzo con lámpara LED blancas. El F utilizado se consideró mayor al Fcs para ambos genotipos (Cairo, comunicación personal). Para cada individuo F<sub>2</sub> y los genotipos parentales se registró la antesis de la primera flor sobre el tallo principal (estadío fenológico R1, Fehr y Caviness, 1977). Para el análisis de la segregación del día de floración, las observaciones de las 5 poblaciones F<sub>2</sub> estudiadas se tomaron en conjunto dado que dichas poblaciones provienen de cruzamientos dirigidos entre los mismos genotipos progenitores (Williams 82 x F85-4731). En la Figura 1 se observa como segregaron los distintos individuos F<sub>2</sub> y el día en que alcanzaron el estadío R1 los genotipos progenitores. El grado de dispersión evidenciado en los distintos momentos en que los individuos F<sub>2</sub> alcanzaron R1 y la falta de un patrón claro, nos permite deducir que el control genético de la vía autónoma de floración en soja es realizado por múltiples genes, pero no su número. Para poder avanzar en la identificación del número de genes intervinientes es

necesario partir de poblaciones segregantes con un mayor número de individuos y utilizar condiciones controladas de fotoperíodo y temperatura.



**Figura 1.** Histograma de frecuencia mostrando el día en el que los distintos individuos de las cinco poblaciones F2 estudiadas, tomadas en conjunto, alcanzaron el estadio fenológico de R1. Las flechas roja y verde indican el día en el que los genotipos parentales P1 y P2 respectivamente, alcanzaron el estadio R1.

## Bibliografía

01. Cairo, C.A. (2018). Cátedra de Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.
02. Fehr, W.R. & Caviness, C.E. (1977). Stages of soybean development. Iowa State Univ. Special Report 80.
03. Hecht, V., Foucher, F., Ferrándiz, C., Macknight, R., Navarro, C., Morin, J., Vardy, M. E., Ellis, N., Beltrán, J. P., Rameau, C. & Weller, J. L. (2005). Conservation of Arabidopsis Flowering Genes in Model Legumes. *Plant Physiology* 137: 1420- 1434.
04. Roberts, E.H. & Summerfield, R.J. (1987). Measurement and prediction of flower-ing in annual crops. In: *Manipulation of flowering. Proceedings of the 45th Easter School, Faculty of Agricultural Science, University of Nottingham.* Atherton, J.G. (Ed.). London. U.K. pp. 17-50.
05. Scortecci, K., Michaels, S.D. & Amasino, R.M. (2003). Genetic interactions be-tween FLM and other flowering-time genes in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Molecular Biology* 52: 915-922.
06. Simpson G. G. (2004). The autonomous pathway: epigenetics and posttranscrip-tional gene regulation in the control of *Arabidopsis* flowering time. *Current Opinion of Plant Biology* 7: 1-5.
07. Summerfield, R.J., Lawn, R.J., Qi, A., Ellis, R.H., Roberts, E.H., Chay, P.M., Brouwer, J.B., Rose, J.L., Shanmugasundaram, S., Yeates, S.J. & Sandover, S. (1993). Towards the reliable prediction of time to flowering in six annual crops. II. Soyabean (*Glycine max*). *Experimental Agriculture* 29: 253-289.
08. Whigham, D.K. & Minor, H.C. (1983). Características agronómicas en relación con el estrés ambiental. En: *Fisiología, mejoramiento, cultivo y utilización de la soja.* 1ra ed. A.G Norman (Ed.). New York, EE.UU. pp. 79-120.



## Caracterización de la productividad potencial de biomasa forrajera y de producción de semilla en germoplasma nativo de *Trichloris crinita*

Fernando José Gianinetto

Catedra de Mejoramiento Vegetal y Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral.

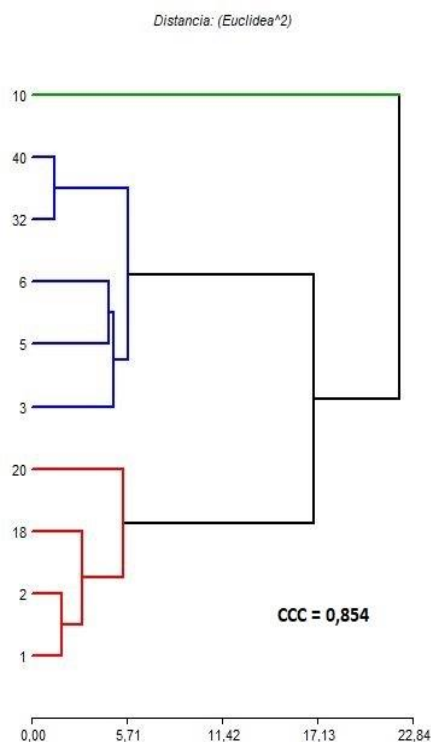
[fernando.gianinetto@gmail.com](mailto:fernando.gianinetto@gmail.com)

En Argentina, la conservación y utilización de los recursos genéticos vegetales nativos constituyen actualmente una premisa fundamental debido al avance de las fronteras productivas hacia zonas cada vez más marginales. La identificación de caracteres fijados evolutivamente y la variabilidad de los mismos en asociación con el ambiente, permite el desarrollo de estrategias de manejo adaptables (FAO, 2008). En particular, para el centro-norte de Argentina se adolece de una carencia importante de información básica relacionada con la variabilidad existente de los recursos fitogenéticos. Entre ellos, *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi, es uno de los más promisorios por crecer en regiones de escasas precipitaciones y los márgenes de las salinas, por lo que constituye un recurso de particular importancia por su tolerancia a factores abióticos en ambientes extremos. Los objetivos del presente trabajo fueron: caracterizar la diversidad genética de las poblaciones de *T. crinita* para caracteres cuantitativos relacionados con la producción de forraje, y determinar la eventual existencia de patrones de asociación entre la variación genética y morfológica y su procedencia geográfica.

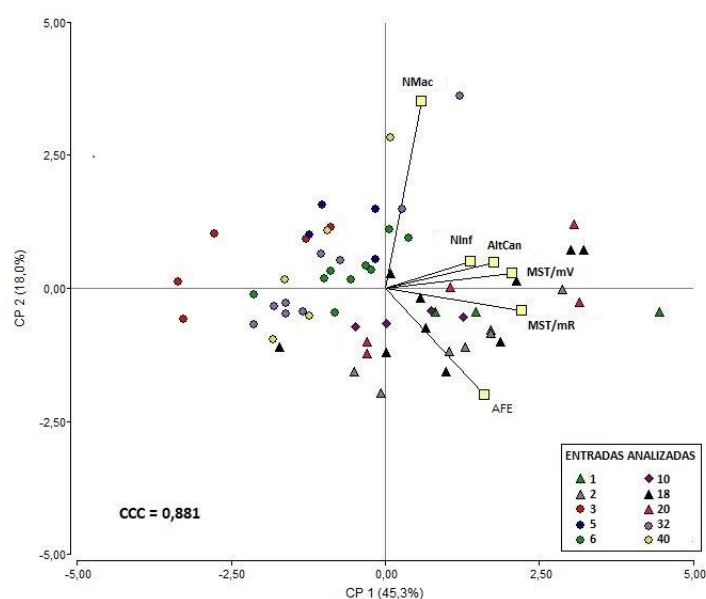
Se analizaron 10 entradas pertenecientes al Banco de Germoplasma de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNL. Las entradas fueron seleccionadas por pertenecer a diferentes regiones fitogeográficas. Cada entrada estuvo representada por 5-10 genotipos, los cuales fueron clonados dos o tres veces dentro del ensayo. Los individuos fueron implantados en el jardín introductorio de la FCA - UNL (Esperanza, Provincia de Santa Fe), ubicados como plantas individuales en un diseño completamente aleatorizado. Se tomaron muestras para dos momentos del período de crecimiento de la especie: en primavera (estado vegetativo) y en verano (inicio de período reproductivo). Las variables determinadas en estado vegetativo fueron las siguientes: N° de macollos (NMac); Materia seca total por macollo (MST/mV; gr) y Área foliar específica (AFE; cm<sup>2</sup>/gr). Las variables determinadas a inicios de período reproductivo fueron las siguientes: Altura de canopia (AltCan; cm); N° de inflorescencias (NInf); y Materia seca total por macollo (MST/mR; gr). Con el conjunto de datos se confeccionó una matriz de unidades taxonómicas para realizar análisis multivariados. A partir del cálculo de las distancias Euclídeas cuadráticas se realizó un análisis de agrupamiento a nivel de entrada analizada. También se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), utilizando las mismas distancias genéticas y el algoritmo UPGMA a nivel de genotipo.

En el análisis de agrupamiento se formaron tres grupos de entradas: 1, 2, 18 y 20 por un lado, las entradas 3, 5, 6, 32 y 40 en otro grupo, y la entrada 10 diferenciándose de las demás al 50% de la distancia máxima (Figura 1). Para el ACP las dos primeras componentes explican el 63,3% de la variación máxima, correspondiendo al primer eje el 45,3% y al segundo eje el 18%. Los genotipos se distribuyeron en forma concordante con las observaciones realizadas en el análisis de agrupamiento (Figura 2). Las características analizadas permiten clasificar a las entradas en tres formas o ecotipos donde las de mayores dimensiones, precocidad y producción de biomasa proceden de la Región Chaqueña, cuyas condiciones ambientales son similares a las del sitio de evaluación. Por otro lado, las entradas procedentes de la Región del Monte donde la aridez es más acentuada, presentaron menor desarrollo, a niveles similares a los demostrados por otros materiales de la misma región al ser evaluados en condiciones de aridez (Passera et al., 1997; Greco y Cavagnaro, 2003). Si bien podríamos decir que existe considerable diversidad para las variables estudiadas en las entradas de *Trichloris crinita* del banco de germoplasma, no fue posible diferenciar los materiales a nivel de entrada, para lo cual se requeriría una caracterización más extensiva. No obstante, la diversidad observada representa un punto de partida fundamental para el posible mejoramiento de esta especie. Se considera de importancia analizar la interacción genotipo

x ambiente para las entradas más promisorias, evaluándolas en ambiente con menos precipitaciones, los cuales constituyen el principal nicho económico para este recurso.



**Figura 1.** Dendrograma a nivel de entrada de banco de germoplasma para los materiales de *T. crinita* analizados



**Figura 2.** Biplot del ACP para los genotipos de las 10 entradas de *T. crinita* analizadas. Se observa que las variables de peso de biomasa, precocidad y área foliar contribuyen en mayor medida a la primera componente, explicando las diferencias entre los grupos de entradas que se observan en el dendrograma de la Figura 1

## Bibliografía

01. FAO. 2008. Informe nacional sobre el estado y el uso de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación. 46 pp.
02. Greco, S. A. & J. B. Cavagnaro. 2003. Effect of drought in biomass production and allocation in three varieties of *Trichloris crinita* (Poaceae) a forage grass from the arid Monte region of Argentina. *Plant Ecology* 64 (1): 125-135.
03. Passera, C.; J. B. Cavagnaro; J. Lemes & L. Allegratti. 1997. Gramíneas nativas de zonas áridas, banco de germoplasma y selección de ecotipos en el Monte, Argentina. *Actae Etnobotánica* 92: 181-189.

## Evaluación de la Aptitud Combinatoria General (ACG) como criterio de selección de parentales en un programa de mejoramiento de arveja.

Marcela Nuñez, María Andrea Espósito, Ileana Gatti

Cátedra de Mejoramiento Vegetal y Producción de Semillas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

[marcelasol.n@gmail.com](mailto:marcelasol.n@gmail.com)

La arveja o guisante (*Pisum sativum* L.) es uno de los cultivos domesticados más antiguos del mundo. Es la tercera leguminosa más cultivada, presente en zonas templadas de todo el mundo, constituyendo una importante fuente de proteínas de alta calidad tanto para la alimentación humana como en alimentación animal (Abi-Ghanem *et al.*, 2011). La arveja cultivada es diploide ( $2n = 14$  cromosomas), estrictamente autógena, anual y herbácea. Esta especie presenta una amplia variabilidad y una enorme cantidad de variedades cultivadas debido a su popularidad como hortaliza desde épocas antiguas. Se caracteriza por poseer un alto contenido de proteínas, fibras, vitaminas y minerales al mismo tiempo que un bajo contenido en grasas y presenta una importante ventaja ecológica al contribuir al desarrollo de una agricultura de bajos insumos debido a su habilidad de fijar nitrógeno reduciendo de esta manera la dependencia hacia los fertilizantes.

En Argentina, la zona tradicional de producción se encuentra ubicada al norte de la provincia de Buenos Aires y sudeste de Santa Fe. Estas dos provincias representan más del 90% de la superficie sembrada del país (De Bernardi, 2016).

El objetivo general en cualquier esquema de mejoramiento consiste en maximizar la probabilidad de crear e identificar genotipos superiores que se convertirán en nuevos cultivares exitosos. El sistema más comúnmente utilizado para desarrollar cultivares de línea pura en especies autógenas consiste en hibridar artificialmente dos o más líneas parentales homocigóticas seleccionadas, dejar autofecundar la primera generación filial heterocigótica (F1) para obtener semilla F2 y continuar avanzando mediante su endocria natural hacia la homocigosis. Cuando se considera que se ha llegado a la homocigosis práctica, aproximadamente en las generaciones F6 o la F7, se comienza la evaluación de los productos obtenidos para determinar su potencial comercial.

Actualmente, los programas de mejoramiento de arveja están orientados hacia la obtención de materiales más precoces, de menor altura y mayor rendimiento y calidad. Es por ello que es muy importante una correcta identificación de genotipos con características deseables a hibridar a fin de lograr generaciones segregantes que muestren individuos superiores capaces de convertirse en nuevas variedades comerciales. Algunos de los procedimientos de selección de parentales son los basados en pruebas de progenie (Cotterill y James, 1984) y en estimaciones de aptitud combinatoria (Gordon, 1980; Cox y Frey, 1984; Fasahat *et al.*, 2016). Ambas metodologías son más confiables que la selección basada únicamente en el fenotipo, y especialmente adecuadas para clasificar a los individuos superiores por caracteres con baja heredabilidad (Falconer, 1989). Cruz *et al.* (2014) plantean que poblaciones provenientes de cruces entre parentales con altas aptitudes combinatorias general conducen a una mayor frecuencia de alelos favorables, aumentando la probabilidad de encontrar recombinantes prometedores.

De acuerdo a Sprague y Tatum (1942), la ACG corresponde al comportamiento promedio de una línea en diversas combinaciones híbridas. Las cruces dialélicas generalmente son utilizadas en los programas de mejoramiento vegetal para obtener información acerca de la aptitud combinatoria y de los parámetros genéticos de sus fuentes de germoplasma (Griffing, 1956a, 1956b). Diferentes autores, relacionan los valores de ACG con los diferentes orígenes geográficos de los parentales.

Este trabajo se focalizó en la estimación de la aptitud combinatoria general de un conjunto de accesiones de la colección de trabajo de la Cátedra de Mejoramiento Vegetal y Producción de Semillas FCA-UNR para utilizarla como criterio de selección de parentales a hibridar para generar poblaciones segregantes con alta variabilidad. Para ello, se utilizaron 12 variedades de arveja provenientes de cuatro diferentes orígenes geográficos: Hohen Heiner, Miranda, Ilca 5115 (Europa), Patani, Mattar, DDR 14 (India), Accord, Granada, Gypsy (EEUU), N° 4476, Cuarentinas y Arvejas

Amarillas (América del Sur), las cuales fueron cruzadas mediante un esquema dialélico de media matriz, a partir del cual se obtuvieron las semillas de sesenta y seis combinaciones híbridas. Las variedades parentales y F1 fueron sembradas durante el año 2018 y 2019 en un diseño experimental de bloques aleatorizados en dos repeticiones. Para el cálculo de la aptitud combinatoria general y específica se evaluaron en los parentales y en las generaciones F1, los caracteres: días a floración (DF), altura de la planta (AP) expresado en metros, número de semillas por parcela (GRA), peso de 100 semillas (P100) expresado en gramos, rendimiento (REND) expresado en gramos y diámetro promedio de semilla (DIAM), expresado en milímetros.

Se utilizó un análisis de variancia incluyendo ambos años de evaluación, a través del programa estadístico AGD-R (Rodríguez *et al.*, 2015) utilizándose el método 2 de la metodología de Griffing, donde utiliza los  $p$  progenitores (autofecundaciones) y las  $p(p-1)/2$  cruza directas; es decir,  $p(p+1)/2$  cruza dialélicas y el modelo 1: efectos fijos, a fin de estimar los efectos de ACG.

Los resultados del análisis de la ACG mostraron que para el carácter DF la variedad Granada presentó el mayor efecto en la dirección buscada (-5,04), seguida por Accord (-4,16) y Miranda (-4,14) lo que implica que al ser utilizadas en cruza reducen el promedio de los días a floración; para AP, N°4476 presentó efectos superiores (-0,19) seguida por Accord (-0,18); para la variable GRA la variedad Arvejas Amarillas presentó el mayor valor (303,96); para P100, REND y DIAM la variedad Miranda fue la variedad más destacada (efectos de 3,86; 57,25 y 0,60 respectivamente).

En conclusión, las variedades Miranda y Accord presentan interés para ser usadas como parentales de generaciones segregantes con una alta frecuencia de alelos favorables para los caracteres DF, AP, P100, REND y DIAM mientras que para aumentar GRA debería incluirse también a la variedad Arvejas Amarillas. Esto se podría realizar mediante un cruzamiento triple, utilizando como parentales primero Accord y Arvejas Amarillas, para luego cruzar la F<sub>1</sub> obtenida por Miranda.

### Bibliografía

01. Abi-Ghanem, R.; Carpenter-Boggs, L.; Smith, J.L. (2011) Cultivar effects on nitrogen fixation in peas and lentils. *Biol. Fertil. Soils*. 47:115-120.
02. Cotteril, P.; James, J. (1984) Number of offsprings and plot sizes required for progeny testing. *Silvae Genetica* 33(6): 203 – 208.
03. Cox, D.J.; Frey, K.J. (1984) Combining Ability and the Selection of Parents for Interspecific Oat Matings. *Crop Science* 24: 963-967. <https://doi.org/10.2135/cropsci1984.0011183X002400050033x>
04. Cruz, C.D.; Carneiro, P.C.S.; Regazzi, A.J. (2014). Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. (v. 2, 3ª ed). Viçosa, MG. Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa. 668p.
05. De Bernardi, L. (2016) Informe de: Arvejas (*Pisum sativum* L.). Subsecretaría de Mercados Agropecuarios, Ministerio de Agroindustria, Argentina, 14 pp [https://agroindustria.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/informe\\_arvejas\\_2016\\_mayo.pdf](https://agroindustria.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/informe_arvejas_2016_mayo.pdf)
06. Falconer, D.S. (1989) *Introduction to Quantitative Genetics*. Harlow, Essex: Longman Group (eds) UK. 438 pp.
07. Fasahat, P.; Rajabi, A.; Rad, J.M.; Derera, J. (2016) Principles and Utilization of Combining Ability in Plant Breeding. *Biom Biostat Int J* 4(1): 00-85. <https://doi.org/10.15406/bbij.2016.04.00085>
08. Gordon, G.H. (1980) A method of parental selection and cross prediction using incomplete partial diallels. *Theoret. Appl. Genetics* 56, 225–232. <https://doi.org/10.1007/BF00295453>
09. Griffing, B. (1956 a). A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity* 10, 31-50.
10. Griffing, B. (1956 b). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal Biological Science* 9, 463-493.
11. Rodríguez, F.; Alvarado, G.; Pacheco, A.; Burgueño, J.; Crossa, J.; (2015). Programa Estadístico AGD-R (Analysis of Genetic Designs in R). Version 3.0 Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).
12. Sprague, G.F.; Tatum, L.A. (1942). General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *American Society of Agronomy* 34, 923-32.

## Resultados cuarta prueba de desempeño de toretes criollos Sanmartinero en pastoreo en condiciones del Piedemonte Llanero-Meta-Colombia\*

Jaime Aníbal Rosero-Alpala, Hernando Flórez-Díaz, Mauricio Leon-Llanos, Héctor Guillermo Onofre-Rodríguez, José Guillermo Velásquez-Penagos.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia, Villavicencio, Meta,  
[colombia.jroseroa@agrosavia.co](mailto:colombia.jroseroa@agrosavia.co)

La raza Sanmartinero *Bos taurus taurus* es una de las ocho razas criollas que tiene Colombia, su origen data de la época de la colonia en el siglo XV (Martínez, 2010) y predominó en la región de los llanos orientales hasta mediados del siglo XIX, cuando se dio la introducción de animales de origen *Bos taurus indicus*, y se produjo el mestizaje con las razas locales (Pérez, 2015). Los desmedidos procesos de absorción implementados en dichas razas, puso en riesgo de desaparecer poblaciones bovinas con más de 500 años de adaptación a las condiciones tropicales de Colombia (Martínez, 2010), sin embargo, acciones emprendidas desde el año 1994 a nivel regional y nacional, permitió su recuperación, valoración y uso efectivo de este valioso recurso zoogenético para la región de la Orinoquia (Rosero y Onofre, 2020). El objetivo de este trabajo fue evaluar y seleccionar reproductores Sanmartinero mediante indicadores de crecimiento, conformación y fertilidad en una prueba de desempeño en pastoreo. Para ello, entre los años 2019 y 2020, por un periodo de 290 días se realizó el monitoreo a un total de 20 toretes de la raza Sanmartinero. Los animales provenían del núcleo del Banco de germoplasma animal (BGA) ubicado en el centro de investigación La Libertad, centro representativo de las condiciones del Piedemonte llanero, el cual se caracteriza por presentar una precipitación promedio de 2800mm anuales y temperatura promedio de 26°C, posee suelos ácidos y baja fertilidad de vocación agropecuaria y el núcleo de selección Sanmartinero (NSS), ubicado en los centros de investigación Carimagua, el cual es representativo de la región de la Altillanura con una precipitación promedio de 2400mm y 26°C de temperatura promedio, caracterizada por poseer un relieve ligeramente ondulado y suelos profundos y bien drenados, ambos centros adscritos a Agrosavia en el departamento del Meta, Colombia. Los ejemplares fueron trasladados y mantenidos en un área de 10 ha con *Brachiaria humidicola* cv *dictyoneura* bajo el sistema de pastoreo rotacional, sal mineralizada y agua a voluntad, en el C.I La Libertad. Se realizaron cinco pesajes cada 56 días y se estimó la ganancia media diaria de peso-GMD y cada 112 días por ultrasonografía se determinó el Área de ojo del lomo-AOL y con mediciones bovinométricas y conformación se establecieron el TIPO. Al final de la prueba se realizaron evaluaciones reproductivas-REP, que incluía la medición de la circunferencia escrotal y la calidad seminal, con apoyo del Computer Assisted Semen Analysis (CASA). Para la clasificación final de los toretes se utilizó un índice de toro (IT) con la sumatoria de las variables evaluadas.

El promedio y su desviación estándar para las variables evaluadas se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Promedio y desviación estándar para los principales indicadores de desempeño y variables evaluadas en toretes Sanmartinero en el piedemonte llanero.

| Ítem    | Edad (meses) | Peso inicial (kg) | Peso final (kg) | GMD (kg/día) | AOL (cm <sup>2</sup> ) | TIPO      |
|---------|--------------|-------------------|-----------------|--------------|------------------------|-----------|
| Toretos | 31.8 ±2      | 333.8±44          | 495.3±46,8      | 0.724±0.09   | 54.6±6.9               | 86.8±5.38 |

\*Esta investigación fue financiada por fondos públicos de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia adscrita al Ministerio de Agricultura de Desarrollo Rural de Colombia-MADR.



El valor de GMD de este estudio resultó superior a lo obtenido en pruebas de desempeño anteriores donde estuvo alrededor de los 0.625 kg/día (Rosero y Florez, 2019). Por su parte, la variable AOL fue consistente con reportes previos en toretes Sanmartinero (Rosero y Florez, 2019). Las estimaciones de TIPO resultaron acordes a datos para esta variable en animales de la raza Sanmartinero (Onofre *et al.*, 2020). La estimación de REP producto de la evaluación de circunferencia escrotal y calidad espermática se describe sus componentes en la tabla 2.

**Tabla 2.** Promedio y desviación estándar para los principales indicadores de la evaluación reproductiva de los toretes Sanmartinero evaluados.

| Variable                             | Promedio y desviación | Valoración (%) |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------|
| Circunferencia escrotal (cm)         | 32.7±2.2              | 30             |
| Volumen (ml)                         | 4.7±2.7               | 5              |
| Motilidad masal (%)                  | 81.2±6                | 10             |
| Motilidad progresiva (%)             | 60.4±5.5              | 20             |
| Concentración (x10 <sup>6</sup> /ml) | 1238.8±521            | 5              |
| Viabilidad (%)                       | 79.9±5.4              | 5              |
| Espermatozoides normales (%)         | 92±5.1                | 25             |
| REP (total)                          | 119,1 ± 26,3          | 100            |

La evaluación reproductiva externa arrojó una circunferencia escrotal acorde a la edad de los animales y es consistente con los rangos reportados para machos del grupo genético *B. taurus taurus* (Spitzer, 2000), así como el volumen de eyaculado (Cardozo *et al.*, 2002). Por su parte, los valores encontrados para motilidad masal y motilidad progresiva estuvieron por encima de los valores mínimos requeridos para su diagnóstico como satisfactorios (Spitzer, 2000), mientras que la concentración encontrada superó a evaluaciones en razas del grupo *Bos taurus indicus* y sus cruces (Cardozo *et al.*, 2002). Las determinaciones de viabilidad y espermatozoides normales superaron ampliamente los requisitos mínimos para ser establecidos como reproductores aptos (Spitzer, 2000). El IT calculado para la clasificación de los toretes varió entre 87.2 y 107.2 puntos, ejemplares con IT por encima de 105 fueron catalogados como élite. Finalmente se puede concluir que, las evaluaciones del desempeño en pastoreo en toretes Sanmartinero se constituyen en una herramienta efectiva en la valoración y clasificación de reproductores superiores por méritos productivos y reproductivos para el mejoramiento genético de la raza en la Orinoquia Colombiana.

## Bibliografía

- Cardozo, J.; Velásquez, P.J.G.; Rodríguez, G.; Prieto, E.; Tarazona, G.; Espitia, A. (2002). Evaluación reproductiva del macho bovino en condiciones tropicales. Manual técnico: Plan de modernización tecnológica de la ganadería bovina colombiana. CORPOICA, MADR, FEDEGAN y COLCIENCIAS. 61 p.
- Martínez, C. G. (2010) National action plan for conservation, improvement, and sustainable use of Colombian animal genetic resources. FAO- MADR.
- Onofre, R. H. G.; Rosero, A.J.A.; Burgos, P. W. O.; Flórez, D. H y Bejarano, G.D.H. (2020). Acciones para el mejoramiento genético de la raza bovina criolla Sanmartinero. Plegable online AGROSAVIA. 4 p.
- Pérez, P. L. R. (2015). El cebuismo y la transformación agropecuaria del nororiente de Colombia durante el siglo XX. En: Ensayos de economía. N°:46: 157-177.
- Rosero, A. J.A y Onofre, R. H. G. (2020). Prometedoras acciones que reivindican potencialidades de la raza colombiana Sanmartinero. P. Meta. Edición 276: ISSN2146-1044.
- Rosero, A. J. A y Flórez, D. H. (2019). El Desempeño del Criollo Sanmartinero en Pastoreo. Importancia de las pruebas de desempeño para el mejoramiento genético, particularmente del criollo Sanmartinero. DeCarne N° 41: P; 32-35 (versión impresa y digital).  
<https://es.calameo.com/read/0020331908c0c08e9d2ec>
- Spitzer, J.C. (2000) Bull Breeding Soundness Evaluation: Current Status. In: Topics in Bull Fertility, Chenoweth P.J. (Ed). www.ivis.org. Document No, A0501 .100.



## Relación de SNPs del locus *Slick-gene* con la valoración cuantitativa de la longitud del pelo en bovinos mestizos

Jaime Anibal Rosero-Alpala<sup>1</sup>, Wilson David Rangel-García<sup>1</sup>, William Orlando Burgos-Paz<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. Centro de investigación La Libertad, Villavicencio, Meta, Colombia

<sup>2</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. Centro de investigación Tibaitatá, Mosquera, Cundinamarca, Colombia.

[jroseroa@agrosavia.co](mailto:jroseroa@agrosavia.co)

Aproximadamente 8.2 millones de bovinos en Colombia tienen orientación productiva tanto para producción de carne y producción de leche, considerándose un sistema doble propósito (FEDEGAN, 2018). Este sistema de producción se desarrolla generalmente en condiciones tropicales donde los animales enfrentan condiciones estrés por calor y humedad y donde los recursos genéticos obtenidos del cruzamiento de razas locales o taurinas con animales cebuinos tienen gran equilibrio entre producción y la adaptación (Vergara *et al.*, 2014). La adaptación o tolerancia a factores de estrés como el calor y la humedad han sido ampliamente estudiados en diversas razas y cruces a nivel mundial y permitieron detectar variantes genéticas de Polimorfismos de Nucleótido Simple (SNPs) como las presentes en el “*Slick-gene*” asociado en bovinos de la raza Senepol y razas criollas de centro y Sudamérica con la capacidad de termotolerancia (Olson *et al.*, 2003). En Colombia se encuentran bovinos de razas criollas con adaptación al trópico y múltiples cruzamientos con razas europeas (Holstein, principalmente) y razas cebuinas (Brahman y Gyr) a fin de favorecer la producción y la tolerancia al calor y la humedad (Vergara *et al.*, 2014), razón por la cual se adelantan diferentes estudios para identificar como actúa la selección en la adaptación de estos animales a las condiciones ambientales y la asociación de variantes alélicas de SNPs del genoma con fenotipos relacionados como la longitud del pelo. El objetivo este estudio fue valorar la longitud del pelaje y estimar la proporción de individuos portadores de variantes asociadas al locus *Slick* en bovinos mestizos como indicador del grado de adaptación en el ganado doble propósito en el piedemonte llanero Colombiano. Se seleccionaron 39 animales jóvenes y adultos mestizos del hato experimental de bovinos doble propósito en el Centro de investigación La Libertad de Agrosavia. Para la valoración de la longitud del pelo, se tomaron muestras de pelo de la tabla del cuello del animal, posteriormente se realizó la digitalización de las muestras mediante un escáner Epson® referencia V370 y la medición se efectuó con la ayuda del software ImageJ. Los datos fueron manejados siguiendo un modelo factorial 2x2 para los análisis de varianza en el programa Rstudio. Para la detección de las variantes alélicas del locus *Slick*, se tomaron muestras de sangre y se genotiparon usando un chip GGP-LDV.4 (Neogen) en el laboratorio de genética molecular del C.I Tibaitatá de AGROSAVIA. **Detección portadores:** El 28.2% de los animales evaluados resultaron portadores de al menos una variante del *Slick-gene*. La frecuencia las variantes alélicas para los SNPs: UMD3-39339348-1-A y UMD3-39263696-1-G tanto en animales en las crías como las vacas adultas se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Frecuencia para las variantes en el locus *Slick-gene* en crías y vacas adultas mestizas evaluadas.

| Grupo   | SNP               | Alelos |      |
|---------|-------------------|--------|------|
|         |                   | Λ      | -    |
| CRIAS   | UMD3-39339348-1-A | 0.36   | 0.64 |
|         | UMD3-39263696-1-G | 0.00   | 1.00 |
| ADULTAS | UMD3-39339348-1-A | 0.25   | 0.75 |
|         | UMD3-39263696-1-G | 0.07   | 0.93 |

El SNP UMD3-39339348-1 presentó mayor variabilidad alélica que el SNP UMD3-39263696-1. El alelo UMD3-39339348-1-A se observó en mayor frecuencia en CRIAS que en las vacas ADULTAS (Tabla 1). La composición genética del hato (40% Blanco Orejinegro-BON, 25% Cebú Brahman, 15% Holstein y 20 % de otras razas) y el manejo genético recibido (inseminación con toros Holstein) sugieren que los genes encontrados podrían provenir de la raza Holstein o de la raza BON, que, al igual que otras razas criollas exhiben pelo corto y una alta variabilidad de estos alelos (Flórez-Murillo *et al.*, 2020). **Evaluación de longitud del pelo:** Los animales adultos mostraron una significativa menor longitud del pelo que a los animales jóvenes ( $p < 0.05$ ), mientras que no se encontró diferencias significativas entre animales portadores y silvestres (Tabla 2). La distribución a nivel de crías y adultas y su relación con los animales portadores y silvestres se observa en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Promedio y desviación estándar para longitud del pelo en animales portadores y silvestres del *Slick-gene* en bovinos mestizos

| Grupo              | Genotipos <i>Slick-gene</i> |                       |                    |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|
|                    | Portador                    | Silvestre             | PM±DS <sup>§</sup> |
| CRÍAS (mm)         | 4.7±1.2                     | 5.9±3.0               | 5.5±2.4*           |
| ADULTAS (mm)       | 4.4±1.3                     | 4.2±1.1               | 4.3±1.1*           |
| PM±DS <sup>§</sup> | 4.5±1.2 <sup>NS</sup>       | 4.6±1.9 <sup>NS</sup> |                    |

<sup>§</sup> Promedio y desviación estándar, \* Diferencia significativas ( $p < 0.05$ ), NS= Diferencias no significativas

El genotipo portador únicamente resultó correspondiente con una menor longitud del pelo en el grupo CRIAS, con valores que son consistes para lo reportado en animales la raza criolla Limonero (Landaeta-Hernández *et al.*, 2011) e inferior a animales la raza Holstein. En el grupo ADULTAS, no se evidenció una notable variación entre la longitud del pelo entre genotipos portadores y silvestres, lo que es consiste, dado que, al ser animales mestizos, estos podrían estar afectados por la introgresión de la raza Cebú Brahman (Davila *et al.*, 2019). Los bovinos mestizos del hato doble propósito evaluado mostraron pelaje de corta longitud cuya variación estuvo más relacionada a la edad del animal, que a presencia de variantes genotípicas relacionadas al locus *Slick* de pelo corto, es de resaltar que los ciertos individuos son portadores de dichas variantes, por lo que conviene evaluar a profundidad su relación con parámetros productivos y reproductivos a fin de confirmar su buena adaptación al piedemonte llanero.

## Bibliografía

01. Davila, K.M.; Hamblen, H.; Hansen, P.; Dikmen, S.; Oltenacu, P.; & Mateescu, R.G. (2019). Genetic parameters for hair characteristics and core body temperature in a multibreed Brahman-Angus herd1. *Journal of animal science*. Volume 97, Issue 8, August 2019, Pages 3246–3252.
02. Fedegan. Federación Colombiana De Ganaderos. (2018). Cifras de referencia del sector ganadero colombiano. Estadisticas.fedegan.org.co/DOC/download.jsp?...CifrasdeReferencia2018.pdf...671.
03. Flórez-Murillo, J.; Landaeta-Hernández, A.; Kim, E.; Bostrom, J.; Larson, S.; O'brien, A.; Montero-Urdaneta, M.; Garcia, J.; Sonstegard, T. (2020). Three novel nonsense mutations of prolactin receptor found in heat-tolerant Bos taurus breeds of the Caribbean Basin. *Animal Genetics*. 52. 10.1111/age.13027.
04. Landaeta-Hernández, A.; Zambrano-Nava, S.; Hernández-Fonseca, J.P.; Godoy, R.; Calles, M.; Iragorri, J.L.; Añez, L.; Polanco, M.; Montero-Urdaneta, M.; Olson, T. (2011). Variability of hair coat and skin traits as related to adaptation in Criollo Limonero cattle. *Trop Anim Health Prod*. 2011 Mar;43(3):657-63. doi: 10.1007/s11250-010-9749-1. Epub 2010 Nov 21. PMID: 21104126.05.
05. Olson, T.A.; Lucena, C., Chase Jr, C.C.; Hammond A.C. (2003). Evidence of a major gene influencing hair length and heat tolerance in Bos taurus cattle. *J. Anim. Sci*: 81 pp. 80-90

06. Vergara, O. D; Flórez, J. M; Hernández, M. J; Yaguna, C. J; Manco, C; Barrios, T. E Y Rico, J. (2014). Efectos raciales, de heterosis y parámetros genéticos para peso al nacer en una población multirracial de ganado de carne en Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, Volume 26, Article#58 Retrieved June 1, 2014, from <http://www.lrrd.org/lrrd26/3/verg26058.html>

## Encapsulados de *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* INL1 generados mediante emulsificación y secado spray

Paula A. Loyeau<sup>1</sup>, María Laura Spotti<sup>1</sup>, María Julia Spotti<sup>1</sup>, Gabriel C. Vinderola<sup>2</sup>, Carlos R. Carrara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Área de estudios Fisicoquímicos de Alimentos, Instituto de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (UNL). Santa Fe (3000), Argentina.

<sup>2</sup>Instituto de Lactología Industrial, UNL - CONICET. Santa Fe (3000), Argentina.

[loyeau.p@gmail.com](mailto:loyeau.p@gmail.com)

Uno de los subproductos de la elaboración del queso es el lactosuero; éste contiene grandes cantidades de proteínas y minerales y puede presentarse como aislado de proteína de suero (WPI, por sus siglas en inglés “whey protein isolate”) cuando tiene más del 90% de proteínas. Numerosas propiedades funcionales, como ser la emulsificación y gelificación, se observan en el WPI, convirtiéndolo en un agente adecuado para muchas aplicaciones. Una de ellas, es la encapsulación compuestos sensibles y/o microorganismos benéficos como las bacterias probióticas. Estudios previos (Zhang et al., 2016; Burns y col., 2017) demostraron que la encapsulación protegió la viabilidad de los probióticos en diversos procesos fisicoquímicos y en la digestión gastrointestinal.

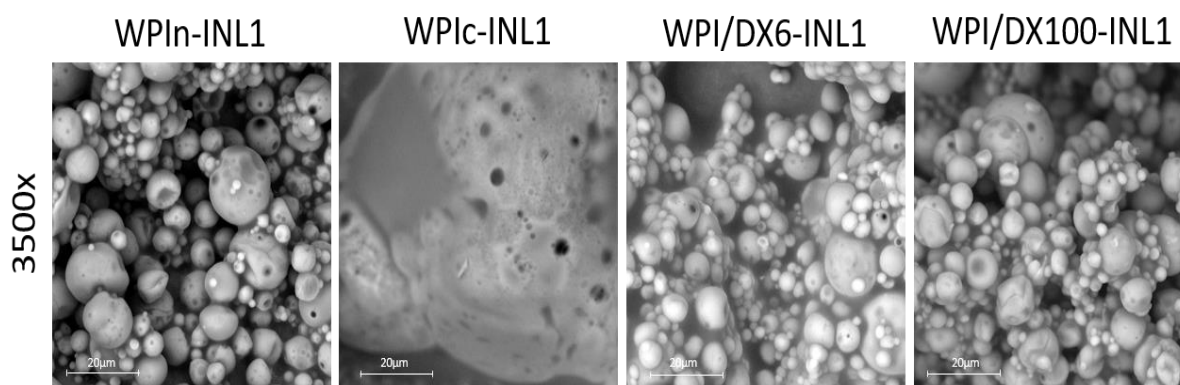
En este trabajo se utilizaron la técnica de emulsificación y secado por aspersión para encapsular tanto bacterias potencialmente probióticas como aceite de canola, que es un aceite comestible y saludable, pero que por su contenido de ácidos grasos insaturados puede ser fácilmente oxidable. Para ello se formularon emulsiones sólido en aceite en agua (S/O/W). La cepa probiótica, aislada a partir de leche materna por el Instituto de Lactología Industrial (Santa Fe, Argentina), conocida como *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* INL1 (INL1) se mezcló con inulina (IN) al 20% y fue utilizada como fase S en la emulsión. Como fase O se utilizó aceite de canola (AC). La fase W contenía WPI y conjugados de WPI con dextranos (DX) de 6 y 100 kDa (WPI/DX6 y WPI/DX100), que fueron previamente obtenidos por reacción de Maillard mediante incubación de ambos componentes bajo condiciones controladas (60 °C, 5 días y  $a_w$  de 0,65). Se utilizó como control WPI solo (llamado WPIc) que fue incubado en las mismas condiciones que los conjugados. Si bien el WPI tiene buenas propiedades emulsificantes, investigaciones recientes demostraron que los conjugados de Maillard presentan mejores resultados (Boonlao y col., 2020).

Se prepararon emulsiones a partir la suspensión de INL1/IN en AC, que fue adicionada a una solución acuosa de WPI o WPI/DX al 1% (p/p) con goma xántica al 0,5% (p/p) e IN al 20% (p/p) (aporte al contenido de sólidos totales). Se utilizó un homogeneizador de eje rotatorio Ultraturrax (IKA T25) a 9000 rpm durante 5 min para formar las emulsiones, que luego se deshidrataron mediante un secador spray escala laboratorio (Yamato ADL311S, Japón) utilizando una  $T_e = 170$  °C y  $T_s = 81 \pm 1$  °C, con un tiempo de residencia de 0,5s. Previamente al secado por spray, las emulsiones se caracterizaron determinando el índice de cremado (IC %; Ferreira y col., 2010) y mediante microscopía óptica (Leica DME, EC 3). Con respecto a los encapsulados obtenidos al deshidratar las emulsiones: parte se fraccionaron en viales de vidrio, se sellaron al vacío, se conservaron al resguardo de la luz y se conservaron a distintas temperaturas para ensayos de estabilidad bacteriana a lo largo del almacenamiento (7, 14, 21, 28, 60 y 120 días) a diferentes temperaturas (21, 4 y -18 °C); al resto, se les determinó humedad (% H) usando método gravimétrico, actividad de agua ( $a_w$ ) con un equipo Aqualab Systems (EE. UU.) y eficiencia de encapsulación del AC (% EE) por determinación de aceite libre. La morfología de cada sistema se observó mediante un microscopio electrónico de barrido (SEM) (Phenom World ProX). A su vez, la viabilidad de la cepa se evaluó: I) En el liofilizado INL1/IN, II) Sobre las emulsiones y III) Sobre los encapsulados deshidratados. Las determinaciones corresponden a dos ensayos independientes y los resultados se presentan como valor medio  $\pm$  desviación estándar (DS). Se aplicó ANOVA, mediante el test LSD con una  $p < 0,05$ , utilizando el software Statgraphics Centurion XV.

La emulsión con el conjugado WPI/DX100 fue significativamente la más estable, mientras que la de WPIc fue la más inestable (mayor IC). Esto se debe a que en los sistemas conjugados se

combinan las propiedades hidrofóbicas de las proteínas con las hidrofílicas de los polisacáridos, dando lugar a moléculas capaces de situarse en la interface aceite/agua, mejorando la estabilidad de las emulsiones (Akhtar y Dickinson, 2003).

Si bien la microscopía óptica de las emulsiones evidenció que todas presentaron tamaños de gotas de AC polidispersos, se observó que las emulsiones que contienen WPI/DX presentaron gotas de menor tamaño en comparación con las generadas por el sistema con WPI. Los valores de % H oscilaron entre 2,92% y 3,59%, resultando ser valores por debajo del 4%, valor aceptable como máximo para obtener encapsulados en presentación polvo que sean estables (Gardiner y col., 2000). Mientras que los valores de  $a_w$  variaron de 0,310 a 0,366, resultando ser valores elevados ya que una  $a_w$  por encima de 0,24 afecta la viabilidad bacteriana (Passot y col., 2012). Esto se puede corregir mediante desorción. La eficiencia de encapsulación superó en todos los casos el 54%, no habiendo diferencias significativas entre los distintos sistemas. Mediante SEM (Figura 1) se observó que todos los encapsulados, excepto el formulado con WPIc que presentó un aglomerado de forma indefinida, presentaron partículas esféricas y algunas con concavidades o poros. El tamaño de las partículas secas fue heterogéneo pero en todos los casos menor a 20  $\mu\text{m}$ .



**Figura 1.** Fotomicrografías (3500x) de Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) de los encapsulados de *B. animalis* subsp. *lactis* INL1 para todos los agentes emulsionantes.

El recuento inicial de INL1 fue de 9,68 Log UFC/g. Luego de realizar la emulsión, WPI y los sistemas conjugados WPI/DX no presentaron disminución en los recuentos a diferencia de WPIc que disminuyó en 1,84 Log UFC/g. Esta diferencia, significativamente estadística, puede ser debido a que este sistema no mantuvo una integridad total de las partículas, sino que se formaron agregados. Luego del secado spray, todos los sistemas presentaron una disminución de los recuentos de 1,7 Log UFC/g con respecto a las emulsiones, siendo evidente que la cepa fue afectada durante el secado.

Luego de 3 semanas de almacenamiento el sistema WPI decayó a 2 Log a todas las temperaturas ensayadas, por lo que este sistema ya no fue evaluado. A - 18 °C, los sistemas cuyas células viables descendieron en menor medida fueron WPIc y WPI/DX100. En cuanto a 4 °C y 21 °C, los sistemas WPI/DX presentaron los mínimos descensos, siendo los más resistentes a lo largo de los 4 meses, indicando mayor protección de los conjugados en comparación con los sistemas WPI y WPIc.

En conclusión, si bien no hubo muchas diferencias en cuanto a los diferentes PM de DX, los sistemas conjugados tuvieron mejores resultados que la proteína sola o conjugada. Los WPI/DX mostraron mejor estabilidad de las emulsiones y mejor viabilidad de la cepa en todas las temperaturas de almacenamiento ensayadas, lo que indicaría que tienen mayor efecto protector.

## Bibliografía

01. Akhtar, M. y Dickinson, E. (2003) 'Emulsifying properties of whey protein-dextran conjugates at low pH and different salt concentrations', *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 31(1-4), pp. 125-132.
02. Boonlao, N. y col. (2020) 'Influence of whey protein-xanthan gum stabilized emulsion on stability and in vitro digestibility of encapsulated astaxanthin', *Journal of Food Engineering*, 272(October 2019), p. 109859.

03. Burns, P. y col. (2017) 'Spray-drying process preserves the protective capacity of a breast milk-derived *Bifidobacterium lactis* strain on acute and chronic colitis in mice', *Scientific Reports*, 7, pp. 1–10.
04. Gardiner, G. E. y col. (2000) 'Comparative survival rates of human-derived probiotic *Lactobacillus paracasei* and *L. salivarius* strains during heat treatment and spray drying', *Applied and Environmental Microbiology*, 66(6), pp. 2605–2612.
05. Passot, S. y col. (2012) 'Critical water activity and amorphous state for optimal preservation of lyophilised lactic acid bacteria', 132, pp. 1699–1705.
06. Zhang, Y., Lin, J. y Zhong, Q. (2016) 'S/O/W emulsions prepared with sugar beet pectin to enhance the viability of probiotic *Lactobacillus salivarius* NRRL B-30514', *Food Hydrocolloids*, 52, pp. 804–810.



## Conservación por liofilización de *Lacticaseibacillus paracasei* 90: viabilidad, culturabilidad e integridad celular

Guillermo Hugo Peralta<sup>1,2</sup>, María Victoria Beret<sup>1</sup>, María D. Milagros Bürgi<sup>3</sup>, Elisa C. Ale<sup>1</sup>, Luciano J. Martínez<sup>4</sup>, Virginia H. Albarraín<sup>4</sup>, Erica Hynes<sup>1</sup>, Carina Bergamini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INLAIN-CONICET, Facultad de Ingeniería Química (FIQ-UNL), Santa Fe.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias (FCA-UNL), Esperanza.

<sup>3</sup>Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB-UNL), Santa Fe.

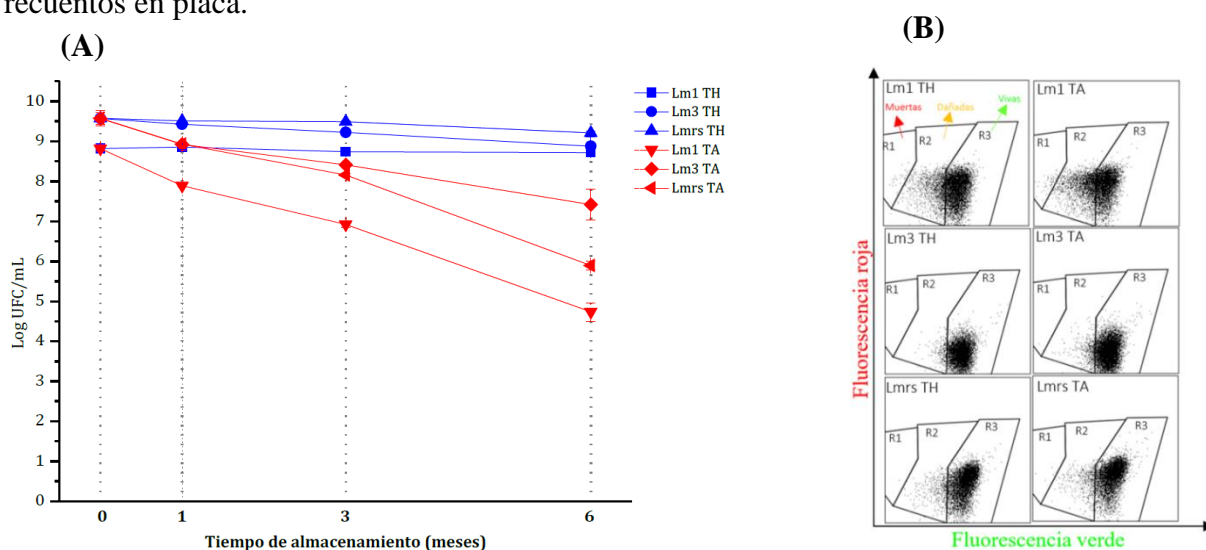
<sup>4</sup>CISME-CCT-CONICET, Universidad Nacional de Tucumán, Yerba Buena, Tucumán.

<sup>5</sup>ITA-UNL, Facultad de Ingeniería Química (FIQ-UNL), Santa Fe.

[gperalta@fiq.unl.edu.ar](mailto:gperalta@fiq.unl.edu.ar)

Los cultivos lácticos son conservados a nivel industrial principalmente mediante la tecnología de liofilización, y en menor medida por congelación y secado spray (Santivarangkna *et al.*, 2007). Tanto el proceso de liofilización como las condiciones de almacenamiento de las cepas luego de ser liofilizadas puede generar efectos indeseables en los microorganismos que se quieren conservar, tales como disminuciones de la viabilidad y/o actividad. Por otro lado, la presencia o ausencia de determinados nutrientes en el medio de crecimiento de los cultivos pueden afectar la cantidad de biomasa producida y la actividad del fermento, lo que también puede tener un impacto en la resistencia de los microorganismos a la liofilización y almacenamiento. La cepa autóctona *Lacticaseibacillus paracasei* 90 (L90) ha demostrado tener un perfil enzimático de interés tecnológico, como lo es la habilidad para producir diacetilo y acetoína (Peralta *et al.*, 2016), compuestos que juegan un papel importante en las propiedades organolépticas de muchas variedades de queso. De esta manera, es de gran interés la evaluación de la resistencia de esta cepa a los procesos de conservación, de modo de poder disponer de la misma en un formato más fácilmente aplicable en la industria. En este contexto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la resistencia de L90 al proceso de liofilización y almacenamiento luego de su crecimiento en dos medios de cultivo económicos formulados con residuos industriales (M1 y M3) y en un medio comercial (MRS). La cepa fue reactivada por dos repiques sucesivos en el medio MRS (37 °C-20 h), e inoculada (2% v/v) en 1 L de cada uno de los tres medios de cultivos (M1, M3 y MRS), los cuales fueron posteriormente incubados a 34 °C por 20 h. Las células fueron cosechadas y lavadas 2 veces con buffer fosfato de potasio 50 mM, pH 7, y posteriormente resuspendidas en 300 mL de una solución de lactosa 10% p/v como crioprotector. La suspensión celular en lactosa fue fraccionada en viales de vidrio y congelada a -80 °C. Finalmente, las suspensiones celulares fueron liofilizadas en un ciclo de 24 h utilizando el equipo *Christ Alpha 1-4 LD plus*. Inmediatamente luego de la liofilización, los viales fueron cerrados al vacío en el mismo equipo. Los fermentos liofilizados obtenidos fueron rotulados como Lm1, Lm3 y Lmrs, dependiendo si procedían del medio de cultivo M1, M3 y MRS, respectivamente. El impacto de la liofilización sobre la viabilidad e integridad de las cubiertas celulares de L90 se evaluó por recuentos microbiológicos y microscopía electrónica de barrido. Además, los cultivos liofilizados envasados al vacío en los viales fueron almacenados por un período de 6 meses a dos temperaturas: TA- temperatura ambiente y TH- temperatura de heladera (4 °C), y el efecto de este almacenamiento sobre la viabilidad de los fermentos liofilizados se evaluó por recuentos microbiológicos y citometría de flujo. Las suspensiones celulares en lactosa, provenientes de los medios M1, M3 y MRS, presentaron niveles de 9,18; 9,79 y 10,11 log UFC/mL, respectivamente, antes de la liofilización. Independientemente del medio de crecimiento, el proceso de liofilización no tuvo un impacto significativo en la viabilidad de la cepa, ya que únicamente se observaron leves disminuciones luego de este proceso (entre 0,2 y 0,5 log UFC/mL). En las micrografías electrónicas de barrido de los liofilizados antes de ser rehidratados se observó que la mayoría de los lactobacilos estaban atrapados dentro de la matriz amorfa que produce la lactosa cuando se deshidrata, lo que genera un efecto protector principalmente en la etapa de congelado, previa a la sublimación. En particular, en el liofilizado Lm1 se observó una mayor cantidad de células fuera de la matriz de lactosa respecto a

Lm3 y Lmrs, lo que podría correlacionarse con la menor supervivencia al almacenamiento que se observó en Lm1. Durante el primer mes de almacenamiento a TH no hubo variación en los niveles de culturabilidad de ninguno de los liofilizados de L90 (Figura 1A). Por el contrario, el almacenamiento a TA condujo a una disminución significativa de los niveles de L90 en los tres polvos. La disminución durante el primer mes fue de 0,93; 0,65 y 0,65 log UFC/mL para los liofilizados Lm1, Lm3 y Lmrs, respectivamente. A los 3 meses de almacenamiento a TA, los niveles de L90 continuaron disminuyendo, alcanzando reducciones respecto a los valores iniciales de 1,90; 1,16 y 1,42 log UFC/mL en los liofilizados Lm1, Lm3 y Lmrs, respectivamente. Por otro lado, los liofilizados Lm1 y Lmrs almacenados a TH no sufrieron cambios luego de 3 meses de almacenamiento respecto a los niveles iniciales, a diferencia de Lm3 que disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ). Es importante destacar que si bien la reducción fue estadísticamente significativa, el nivel de L90 en el Lm3 continuó siendo elevado (9,22 log UFC/mL). Finalmente, a los 6 meses de almacenamiento a TA, la población viable de L90 continuó disminuyendo, hasta alcanzar niveles de reducción de 4,08; 2,15 y 3,68 log UFC/mL en los liofilizados Lm1, Lm3 y Lmrs, respectivamente. Por otra parte, Lm1 almacenado a TH no sufrió cambios significativos respecto a su nivel inicial, a diferencia de los liofilizados Lm3 y Lmrs. Los resultados obtenidos por citometría de flujo en cuanto a los porcentajes de células vivas, dañadas y muertas a los 3 y 6 meses de almacenamiento mostraron la misma tendencia que los obtenidos por recuentos microbiológicos. Claramente se observa que las células que fueron almacenadas a TA se desplazan hacia la izquierda (R1 y R2) indicando que la población de células vivas disminuyó (Figura 1B). Aunque la misma tendencia se observó en los tres liofilizados, una mayor proporción de células muertas se presentó en Lm1 en comparación a Lm3 y Lmrs, lo cual fue consistente con los resultados obtenidos por recuentos en placa.



**Figura 1.** A: Recuentos de L90 en los liofilizados Lm1, Lm3 y Lmrs a 0, 1, 3, y 6 meses de almacenamiento a temperatura ambiente (TA) y temperatura de heladera (TH). B: Gráfico de los resultados de citometría de flujo de una réplica de cada muestra a los 6 meses de almacenamiento. R1(células muertas), R2 (células dañadas) y R3 (células vivas).

Los resultados de este trabajo destacan la robustez de la cepa L90 para sobrevivir a la liofilización y al almacenamiento durante un período de 6 meses, resaltando la importancia del mantenimiento a temperatura de refrigeración durante este período. La liofilización resultó una técnica adecuada para la conservación de L90, independientemente del medio de crecimiento utilizado.

### Bibliografía

01. Peralta, G.H., Wolf, I.V., Bergamini, C.V., Perotti, M.C., Hynes, E.R. (2014). Evaluation of volatile compounds produced by *Lactobacillus paracasei* I90 in a hard-cooked cheese model using solid-phase microextraction. *Dairy Science & Technology* 94, 1, 73-81.
02. Santivarangkna, C., Kulozik, U., Foerst, P. (2007). Alternative drying processes for the industrial preservation of lactic acid starter cultures. *Biotechnology Progress*, 23, 2, 302-315.

## Efluente derivado de la producción de concentrados de proteína de soja para la obtención de biomasa de *Lacticaseibacillus paracasei* 90

María Victoria Beret<sup>1</sup>, Guillermo H. Peralta<sup>1,3</sup>, Renzo Sánchez<sup>5</sup>, Luciana Vera-Candioti<sup>4</sup>, Verónica I. Wolf<sup>1,2</sup>, Erica R. Hynes<sup>1,2</sup>, Carina V. Bergamini<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Lactología Industrial, UNL/CONICET.

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (UNL).

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral (UNL).

<sup>4</sup>Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (UNL).

<sup>5</sup>Dirección de Ambiente, Municipalidad de Gualaguaychú.

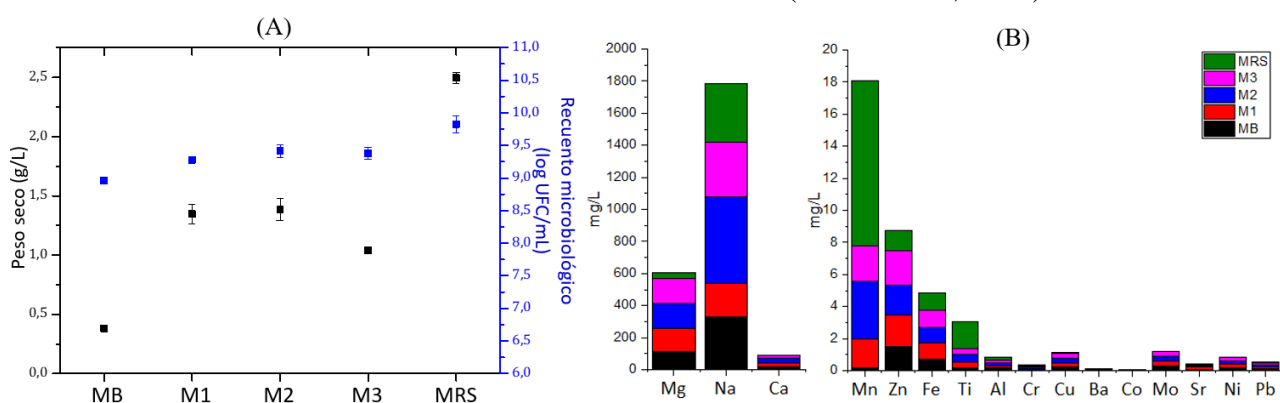
[mvb2321@gmail.com](mailto:mvb2321@gmail.com)

Las bacterias lácticas empleadas como fermentos presentan requerimientos nutricionales complejos que deben ser cubiertos por medios de cultivo enriquecidos en numerosos componentes, lo cual los transforma en uno de los insumos más costosos a la hora de producir fermentos a escala industrial (Teuskin y Smid, 2006). En los últimos años, el aprovechamiento de residuos de la industria agroalimentaria ha cobrado relevancia para su uso en la formulación de medios de crecimiento. Particularmente, el residuo líquido generado en el proceso de obtención de concentrados de proteína de soja contiene carbohidratos fermentables (sacarosa, estaquiosa y rafinosa) y minerales que podrían ser aprovechados para el desarrollo de biomasa de bacterias lácticas (Coghetto *et al.*, 2016). El objetivo de este trabajo fue maximizar la producción de biomasa de *Lacticaseibacillus paracasei* 90 (L90) en tres medios de cultivo formulados a partir de un efluente derivado de la producción de concentrados de proteína de soja, evaluando el efecto de la composición de los medios en el crecimiento de la cepa. El material de partida empleado fue harina de soja desgrasada, la cual se sometió a un procesamiento similar al utilizado para la obtención de concentrados proteicos (Wang *et al.*, 2004). El residuo líquido de este proceso es un extracto acuoso que fue empleado como medio de cultivo base (MB) para el crecimiento de L90. A partir del MB se formularon tres medios de crecimiento distintos. Para definir la composición de cada medio que maximizara la producción de biomasa de L90 se utilizaron diseños experimentales de tipo central compuesto fraccionado para cada caso, donde los factores estudiados fueron glucosa, lactosa (permeado de suero de queso, 86% p/p de lactosa), extracto de levadura,  $\text{MgSO}_4$  y  $\text{MnSO}_4$ . La principal diferencia entre los diseños experimentales fue la fuente de carbono adicionada; de esta forma se evaluó el efecto de la glucosa en el diseño 1 (D1), de la lactosa en el diseño 2 (D2) y no se incorporó ninguna fuente de carbono externa en el diseño 3 (D3), mientras que los tres diseños tuvieron extracto de levadura,  $\text{MgSO}_4$  y  $\text{MnSO}_4$  como factores. Se analizaron estadísticamente los resultados aportados por los diseños experimentales (producción de biomasa evaluada mediante recuentos en placa y peso seco de las células), y se aplicó la metodología de superficie de respuesta para hallar las formulaciones optimizadas de los medios de cultivo M1, M2 y M3, derivados de D1, D2 y D3, respectivamente. Para validar los modelos obtenidos, los medios optimizados y MB fueron preparados por triplicado, inoculados con L90 (2% v/v) e incubados por 24h a 34°C. La producción de biomasa fue evaluada mediante recuentos en placa en medio MRS agarizado y mediciones del peso seco por método gravimétrico. También se efectuaron los mismos análisis en cultivos desarrollados en el medio comercial MRS. Además, se analizó el contenido de minerales y elementos traza mediante espectrometría de masas por plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) para estudiar el contenido de minerales provenientes del extracto acuoso de la harina de soja, y particularmente la concentración de Mg y Mn en los medios optimizados y en MRS.

En el MB la cepa L90 alcanzó niveles de 8,96 log UFC/mL y de 0,38 g/L de peso seco. En los medios optimizados los recuentos fueron mayores a 9 log UFC/mL en todos los casos, resultados que responden a los requerimientos de la industria de fermentos. En cuanto al peso seco los resultados fueron significativamente mayores a los del MB y difirieron entre los distintos medios, ya que M1 y M2 presentaron mayores niveles que M3, mientras que MRS superó a los tres medios optimizados ( $p < 0,05$ ) (Figura 1A). La diferencia sustancial en la producción de masa celular entre

el MB y los medios optimizados reveló la importancia de enriquecer el extracto de harina de soja con los factores nutricionales ensayados, aunque los altos recuentos microbianos observados en el MB dan indicios de que la cepa L90 pudo utilizar las fuentes de carbono presentes naturalmente en este medio.

Se detectaron y cuantificaron 16 minerales y elementos traza en los medios de cultivo (Figura 1B), 9 de ellos presentaron diferencias significativas entre los medios. En el MB se determinaron niveles elevados de Na, Mg y Ca y baja concentración de Mn, entre otros minerales encontrados. En los medios optimizados, los niveles de Mg y Mn fueron mayores que en el MB ( $p < 0,05$ ), mientras que el nivel de Mn en MRS superó a la de los otros medios estudiados ( $p < 0,05$ ). Por su parte, la concentración de Mg en el MB resultó mayor a la presente en MRS ( $p < 0,05$ ). El agregado de iones metálicos como  $Mg^{+2}$  y  $Mn^{+2}$  es frecuente en medios de crecimiento para bacterias lácticas ya que están involucrados en la actividad enzimática de las mismas (Lavari *et al.*, 2015).



**Figura 1.** A: Respuestas de peso seco y recuentos microbiológicos en los medios optimizados, en MRS y en el MB durante la validación. B: Concentración de minerales hallados en los medios de cultivo MB, M1, M2, M3 y MRS.

Los resultados de este trabajo demuestran la aptitud del residuo derivado de la producción de concentrados proteicos a partir de harina de soja para ser utilizado como medio de cultivo para el desarrollo de la cepa L90. El agregado de factores nutricionales que enriquecen la composición de este subproducto permitió alcanzar niveles de biomasa que cumplen con los requerimientos de la industria de fermentos. Además, en este trabajo también se confirma la presencia de una gran cantidad de minerales y elementos traza en este efluente que no habían sido descriptos anteriormente.

## Bibliografía

01. Coghetto, C.C.; Vasconcelos, C.B.; Brinques, G.B. y Ayub, M.A.Z. (2016). *Lactobacillus plantarum* BL011 cultivation in industrial isolated soybean protein acid residue. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47 (4), 941-948.
02. Lavari, L.; Ianniello, R.; Páez, R.; Zotta, T.; Cuatrin, A.; Reinheimer, J.; Parente, E. y Vinderola, G. (2015). Growth of *Lactobacillus rhamnosus* 64 in whey permeate and study of the effect of mild stresses on survival to spray drying. *LWT - Food Science and Technology*, 63 (1), 322-330.
03. Teusink, B. y Smid, E.J. (2006) Modelling strategies for the industrial exploitation of lactic acid bacteria. *Nature Reviews Microbiology*, 4 (1), 46-56.
04. Wang, H.; Johnson, L.A. y Wang, T. (2004). Preparation of soy protein concentrate and isolate from extruded-expressed soybean meals. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81(7), 713-717.



## Desempeño de fermentos liofilizados de *Lacticaseibacillus paracasei* 90 como cultivo adjunto en queso cremoso

María Victoria Beret<sup>1</sup>, Guillermo H. Peralta<sup>1,3</sup>, Paula Giménez<sup>1</sup>, Elisa Ale<sup>1</sup>, Erica R. Hynes<sup>1,2</sup>, Carina V. Bergamini<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Lactología Industrial, UNL/CONICET.

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (UNL).

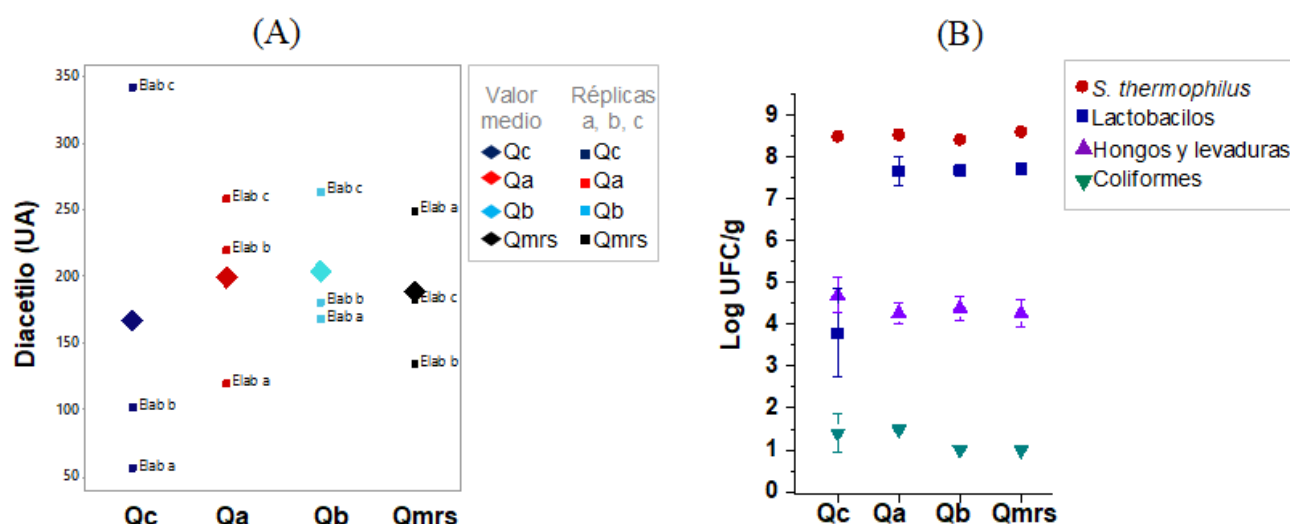
<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral (UNL).

[mvb2321@gmail.com](mailto:mvb2321@gmail.com)

La producción industrial de fermentos lácticos conlleva una serie de pasos entre los que se destacan la producción de biomasa en un medio de cultivo adecuado y la aplicación de metodologías de preservación que faciliten el almacenamiento y comercialización. La liofilización es una de las tecnologías de conservación más utilizadas en la industria de fermentos. Por otro lado, para la producción de biomasa se pueden emplear medios de cultivo comerciales o, alternativamente, medios más económicos formulados a partir de residuos/subproductos agroindustriales. Es importante considerar que tanto el medio de crecimiento como las metodologías de preservación pueden afectar la actividad metabólica de los fermentos obtenidos. Por tanto, la evaluación del desempeño de un cultivo desarrollado en distintos medios de crecimiento resulta crucial a la hora de utilizarlo como fermento adjunto en la elaboración de un queso, el cual tendrá la función de impartir características particulares al producto final. El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia del crecimiento en distintos medios de cultivo y posterior liofilización sobre la performance de la cepa *Lacticaseibacillus paracasei* 90 (L90) como cultivo adjunto en queso Cremoso. Se liofilizaron cultivos de L90 desarrollados en tres medios líquidos distintos: el medio comercial MRS (De Man *et al.*, 1960) y dos medios alternativos (MA y MB) formulados a partir del residuo líquido generado en la producción de concentrados de proteína de soja (CPS). La principal diferencia entre MA y MB radicó en la fuente de carbono disponible en cada uno, siendo en MA glucosa adicionada y en MB sólo los azúcares solubles del residuo de la producción de CPS. Los cultivos liofilizados provenientes de cada medio fueron utilizados como fermentos adjuntos en la elaboración de queso Cremoso a escala laboratorio, para los cuales se utilizó *Streptococcus thermophilus* (St) como fermento primario y se siguió el protocolo propuesto por Milesi *et al.* (2007). Para cada elaboración, 2 L de leche cruda fue pasteurizada (65°C - 30min) y enfriada a 37 °C. Luego se le adicionó CaCl<sub>2</sub> (0,02% p/v) y los fermentos en niveles de 10<sup>6</sup> UFC/mL. Luego se agregó el coagulante (0,045% v/v) y se dejó reposar hasta que se formara el coágulo. Se procedió al lirado, desuerado y moldeado y posteriormente se llevó adelante la acidificación en cámara caliente (45°C) hasta pH 5,2-5,3. Una vez alcanzado el pH los quesos fueron salados por inmersión en salmuera (NaCl 20 g/L) y almacenados en refrigeración (5°C). Las elaboraciones se realizaron por triplicado, obteniéndose los quesos Qa, Qb, Qmrs (con fermento adjunto desarrollado en MA, MB y MRS, respectivamente) y Qc (control, sin fermento adjunto). A los 40 días de maduración se realizaron análisis para evaluar el contenido de grasa por método de Gerber, la proteína total por método de Kjeldahl y la humedad por método gravimétrico. Por otra parte, se analizaron los compuestos de aroma diacetilo y acetoina mediante microextracción en fase sólida acoplada a cromatografía gaseosa (SMPE-GC). Además, se realizaron recuentos microbiológicos de St, lactobacilos mesófilos, coliformes totales, hongos y levaduras en todos los quesos. Los resultados de las variables estudiadas fueron evaluados mediante análisis de varianza (ANOVA) de una vía, con un nivel de significancia de p=0,05, utilizando el software Statgraphics Centurion XVI (prueba gratuita).

La composición global resultó acorde a los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino para este tipo de queso. El recuento de St a los 40 días de maduración fue cercano a 8 log UFC/g en todos los quesos, sin diferencias significativas entre ellos (p>0,05). Los coliformes se encontraron en niveles entre 1 y 2 log UFC/g, mientras que los hongos y levaduras alcanzaron recuentos cercanos a 5 log UFC/g, sin diferencias significativas en ninguno de los casos (p>0,05).

(Figura 1B). En cuanto a los lactobacilos mesófilos, los quesos con cultivo adjunto presentaron niveles alrededor de 7,7 log UFC/g (Figura 1B), donde las características de las colonias observadas permitieron asociarlas a L90. En los quesos controles se alcanzaron niveles entre 3 y 5 log UFC/g de lactobacilos adventicios, dependiendo la réplica de elaboración. El nivel de lactobacilos en los quesos Qa, Qb y Qmrs fue consistente con los resultados previos obtenidos para L90 en queso Cremoso (Peralta *et al.*, 2017), por lo cual la liofilización y el medio de crecimiento no afectaron la viabilidad de L90 en este tipo de queso. Los niveles de diacetilo y acetoina no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos quesos ( $p>0,05$ ), pero sí una marcada tendencia de mayores valores de producción de diacetilo en los quesos con fermento adjunto respecto al control, donde Qa, Qb y Qmrs mostraron niveles alrededor de 200 unidades arbitrarias (UA) mientras que Qc alcanzó niveles de 160 UA (Figura 1A). La capacidad de producción de diacetilo y acetoina por L90 luego de su crecimiento en los medios MA y MB fue también verificada en experiencias previas de fermentación en leche, en las cuales se observó una tendencia similar a la de este trabajo, es decir mayores niveles de diacetilo en las muestras inoculadas con L90 que en un control sin esta cepa. Además, la capacidad de producción de estos compuestos de aroma por L90 ha sido demostrada en estudios previos en quesos (Milesi *et al.*, 2010).



**Figura 1.** (A) Niveles de diacetilo en los quesos a los 40 días de maduración, expresados en unidades arbitrarias (área de pico/1000). Se muestran los valores individuales de cada réplica de elaboración (a, b y c) y los valores promedio (símbolos más grandes). (B) Recuentos microbiológicos en los quesos a los 40 días de maduración.

Los resultados obtenidos en este trabajo demostraron que tanto los distintos medios de crecimiento empleados como la tecnología de liofilización no afectaron negativamente la capacidad de L90 de producir compuestos de aroma de interés ni su supervivencia durante la maduración al utilizarla como fermento adjunto en queso Cremoso.

## Bibliografía

01. De Man, J.C., Rogosa, M. y Sharpe, M.E. (1960). A medium for the cultivation of lactobacilli. *Journal of applied bacteriology*, 23(1), 130-135.
02. Milesi, M.M.; Candiotti, M. y Hynes, E. (2007). Mini soft cheese as a simple model for biochemical studies on cheese-making and ripening. *LWT – Food Science and Technology*, 40(8), 1427-1433.
03. Milesi, M.M.; Wolf, I.V.; Bergamini, C.V. y Hynes, E.R. (2010). Two strains of nonstarter lactobacilli increased the production of flavor compounds in soft cheeses. *J. Dairy Sci.* 93, 5020–5031.
04. Peralta, G.H.; Bergamini, C. V.; Audero, G.; Páez, R.; Wolf, I.V.; Perotti, M.C. y Hynes, E.R. (2017). Spray-dried adjunct cultures of autochthonous non-starter lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 255, 17-24.



## Residuos y subproductos derivados de la industria quesera para el crecimiento de lactobacilos mesófilos de interés industrial

Mara Elisa Batistela<sup>1</sup>, Guillermo Hugo Peralta<sup>1,2</sup>, Erica Ruth Hynes<sup>1</sup>, Carina Viviana Bergamini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INLAIN-CONICET, Facultad de Ingeniería Química (FIQ-UNL), Santa Fe. <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrarias (FCA-UNL), Esperanza.

[batistelamara@gmail.com](mailto:batistelamara@gmail.com)

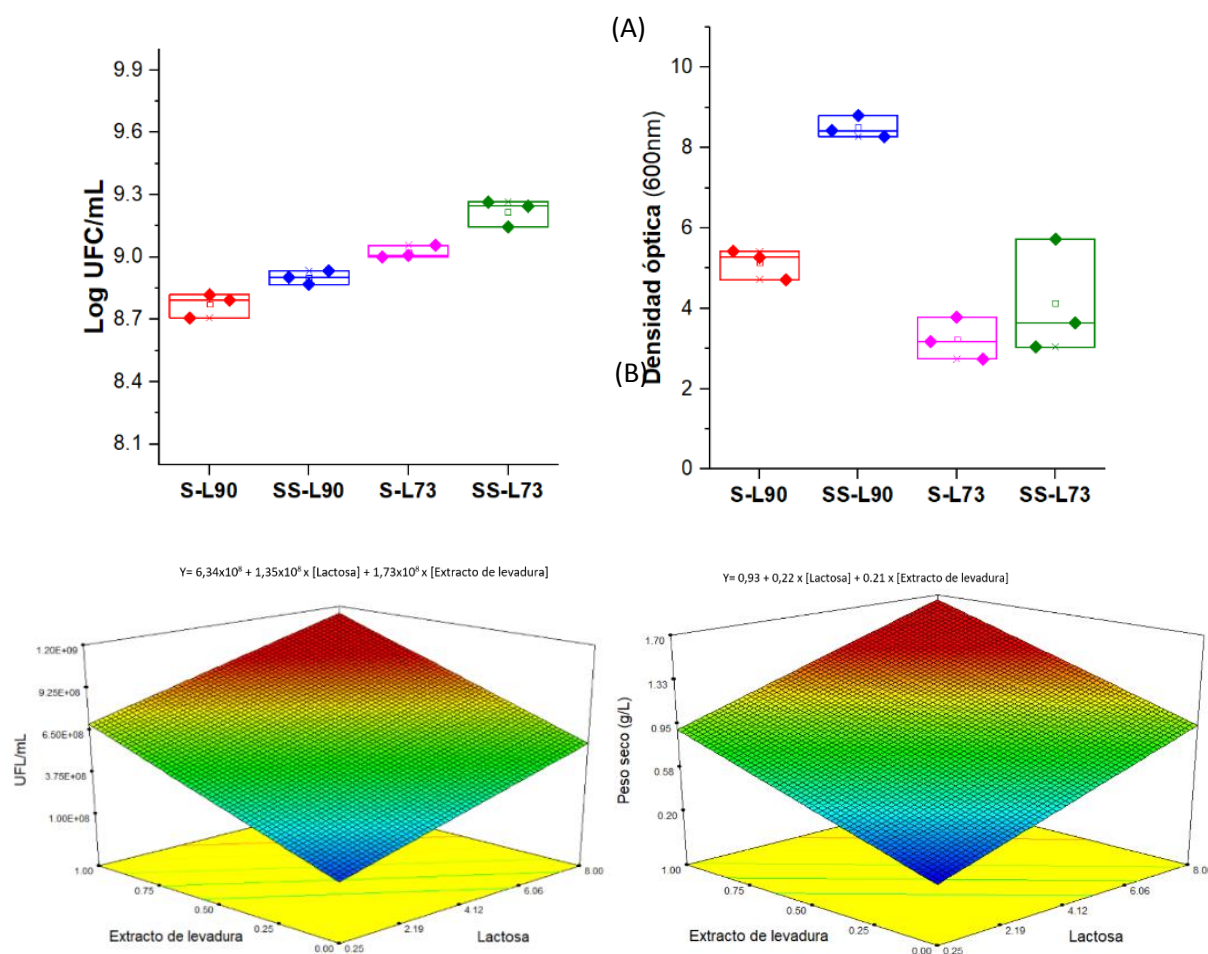
Los lactobacilos, como la mayoría de las bacterias lácticas, son microorganismos fastidiosos desde el punto de vista de sus requerimientos nutricionales ya que no pueden sintetizar muchos de los compuestos necesarios para su óptimo crecimiento (Parente *et al.*, 2017). En consecuencia, para la producción industrial de fermentos de bacterias lácticas se requieren medios de cultivo complejos, formulados generalmente por una serie de componentes (fuentes de nitrógeno, carbono, sales, vitaminas y minerales) que los hacen muy costosos. Esto último ha motivado a las industrias de fermentos a buscar fuentes de nutrientes alternativas como residuos y subproductos agroindustriales, los cuales tienen una gran disponibilidad y son de bajo costo. En este sentido, el suero de queso y el permeado de suero de queso son residuos/subproductos caracterizados por su alto valor nutricional, por lo que ofrecen muchas posibilidades de explotación tecnológica. Por otro lado, el suero que no es industrializado es uno de los contaminantes ambientales más severos que existen en la industria láctea. Una alternativa económicamente atractiva, y a su vez amigable con el medioambiente, es la utilización de éstos como fuente de carbono para el crecimiento de bacterias lácticas de interés. El objetivo de este trabajo fue evaluar residuos/subproductos de la industria quesera para la formulación de medios de cultivos destinados al crecimiento de tres cepas de lactobacilos autóctonos de interés industrial.

En una primera experiencia se evaluó el crecimiento de las cepas *Lactocaseibacillus paracasei* 90 (L90) y *Lactocaseibacillus rhamnosus* 73 (L73) en un medio de cultivo formulado con el suero de queso en polvo, preparado según el protocolo descrito por Vigliengo y Reinheimer (2009) con algunas modificaciones, ya que las proteínas del suero fueron precipitadas. Brevemente, el suero en polvo se reconstituyó en agua (concentración final de lactosa de 4%), se acidificó con ácido clorhídrico hasta pH 4 y se calentó a 100°C durante 15 min para precipitar las proteínas de suero. Posteriormente, las proteínas fueron separadas por centrifugación y el sobrenadante fue filtrado y neutralizado a pH 7. Una alícuota del sobrenadante fue esterilizada en autoclave (121°C, 15 min) para obtener un suero estéril (S). Otra alícuota del sobrenadante fue suplementada con extracto de levadura (0,5%), MgSO<sub>4</sub> (0,02%) y MnSO<sub>4</sub> (0,005%), y finalmente esterilizada para obtener un suero suplementado estéril (SS). Ambos medios de cultivo (S y SS) fueron inoculados al 2% v/v (~ 7 log UFC/mL) con las cepas L90 y L73 e incubados por 20 h a 37°C. Luego de la incubación se determinó la biomasa mediante recuentos microbiológicos en placa y medición de la densidad óptica a 600nm.

En una segunda experiencia se optimizó la producción de biomasa de la cepa *Lactiplantibacillus plantarum* 29 (L29) en un medio de cultivo líquido formulado a partir de permeado de suero en polvo. Para ello, se aplicó un diseño central compuesto, constituido por 21 puntos experimentales, de los cuales 5 fueron repeticiones del punto central. Los factores (suplementos) y sus límites (% m/v) se detallan a continuación: lactosa -proveniente del permeado- (entre 0,25 y 8,00), extracto de levadura (entre 0 y 1), MnSO<sub>4</sub> (entre 0 y 0,0070) y MgSO<sub>4</sub> (entre 0 y 0,0500). Luego de disolver en agua los ingredientes de cada punto del diseño, el pH del medio fue ajustado a un valor de 6,5 y finalmente todos los medios fueron esterilizados (121°C, 15 min). La cepa L29 fue inoculada en cada punto del diseño al 2% v/v (~ 7 log UFC/mL) e incubada por 20h a 37°C. La respuesta evaluada y modelada fue la producción de biomasa medida a través de recuentos microbiológicos en placa y de la determinación gravimétrica del peso seco de las células. Los resultados obtenidos fueron procesados estadísticamente en el programa Design-Expert® 7.0.0 trial para asignar modelos matemáticos de ajuste. Los coeficientes de los modelos matemáticos de ajuste fueron calculados

mediante regresión múltiple con eliminación backward y validados mediante análisis de varianza de una vía, con un nivel de significancia  $p < 0,05$ . Mediante el método de superficie de respuesta se hallaron los máximos posibles de las respuestas en el rango estudiado. De esta manera, se halló la combinación de factores para lograr un medio optimizado de permeado de suero, que fue finalmente validado por triplicado.

En la primera experiencia se observó que las cepas L90 y L73 lograron un crecimiento superior  $8,9 \log \text{ UFC/mL}$ , en el suero de queso sin suplementar (Figura 1A). La suplementación del suero con el extracto de levadura y las sales de Mg y Mn permitieron incrementar significativamente los niveles de recuentos microbiológicos de ambas cepas respecto al suero sin suplementar. El incremento promedio observado fue de  $0,15$  y  $0,20 \log \text{ UFC/mL}$ , para L90 y L73, respectivamente. Mientras que el incremento observado para la respuesta densidad óptica fue de  $3,36$  y  $0,90$ , para L90 y L73, respectivamente. En la segunda experiencia, el modelo de ajuste del diseño de optimización permitió graficar las superficies de las respuestas evaluadas; se observó que los máximos valores de recuentos ( $> 9 \log \text{ UFC/mL}$ ) se lograron con los niveles más elevados de extracto de levadura y lactosa (Figura 1B). La misma tendencia fue observada para la respuesta peso seco. En base a estos resultados y al costo de los ingredientes se pudo determinar la concentración de lactosa ( $8,00 \text{ g/100 mL}$ ), extracto de levadura ( $0,50 \text{ g/100 mL}$ ),  $\text{MnSO}_4$  ( $0,0017 \text{ g/100 mL}$ ) y  $\text{MgSO}_4$  ( $0,0403 \text{ g/100 mL}$ ) necesarias para lograr la máxima producción de biomasa de L29. La validación del modelo permitió confirmar la respuesta teórica, ya que se lograron resultados experimentales similares a las predicciones teóricas del modelo.



**Figura 1.** A: Recuentos microbiológicos y densidad óptica de L90 y L73 en suero (S) y en suero suplementado (SS). B: Gráfico de superficie de respuesta de los recuentos microbiológicos y peso seco de L29 en función de la concentración de extracto de levadura y lactosa.

Los medios de cultivos derivados del suero de queso resultaron adecuados para el crecimiento de las cepas L90 y L73; la incorporación de suplementos nutricionales incrementó su rendimiento. En futuras experiencias se realizará un diseño de optimización para maximizar la producción de biomasa de ambas cepas y reducir al mínimo los nutrientes adicionados. Por otro lado, el medio de cultivo derivado del permeado de suero de queso y optimizado para la producción de L29 permitió obtener niveles tan altos como los requeridos a nivel industrial.

### **Bibliografía**

01. Parente, E.; Cogan, T.M.; Powell, I.B. (2017). Starter Cultures: General Aspects En: Cheese: chemistry, physics and microbiology, Academic Press, Estados Unidos, p.p. 201-226.
02. Vigliengo, E. y Reinheimer, J. (2009). Use of whey and buttermilk based media to obtain biomass of thermophilic LAB. *International Journal of Dairy Technology*, 62 (3), 431-437.

## Influencia de ondas de ultrasonido en la culturabilidad, viabilidad, arquitectura celular, actividad enzimática y potencial metabólico de *Lacticaseibacillus paracasei* 90

Guillermo Hugo Peralta<sup>1,2</sup>, María D. Milagros Bürgi<sup>3</sup>, Luciano J. Martínez<sup>4</sup>, Virginia H. Albarracín<sup>4</sup>, Irma Verónica Wolf<sup>1</sup>, Adrián A. Perez<sup>5</sup>, Liliana Santiago<sup>5</sup>, Erica R. Hynes<sup>1</sup>, Carina Viviana Bergamini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INLAIN-CONICET, Facultad de Ingeniería Química (FIQ-UNL), Santa Fe.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrarias (FCA-UNL), Esperanza.

<sup>3</sup> Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB-UNL), Santa Fe.

<sup>4</sup> CISME-CCT-CONICET Tucumán-Universidad Nacional de Tucumán, Yerba Buena, Tucumán.

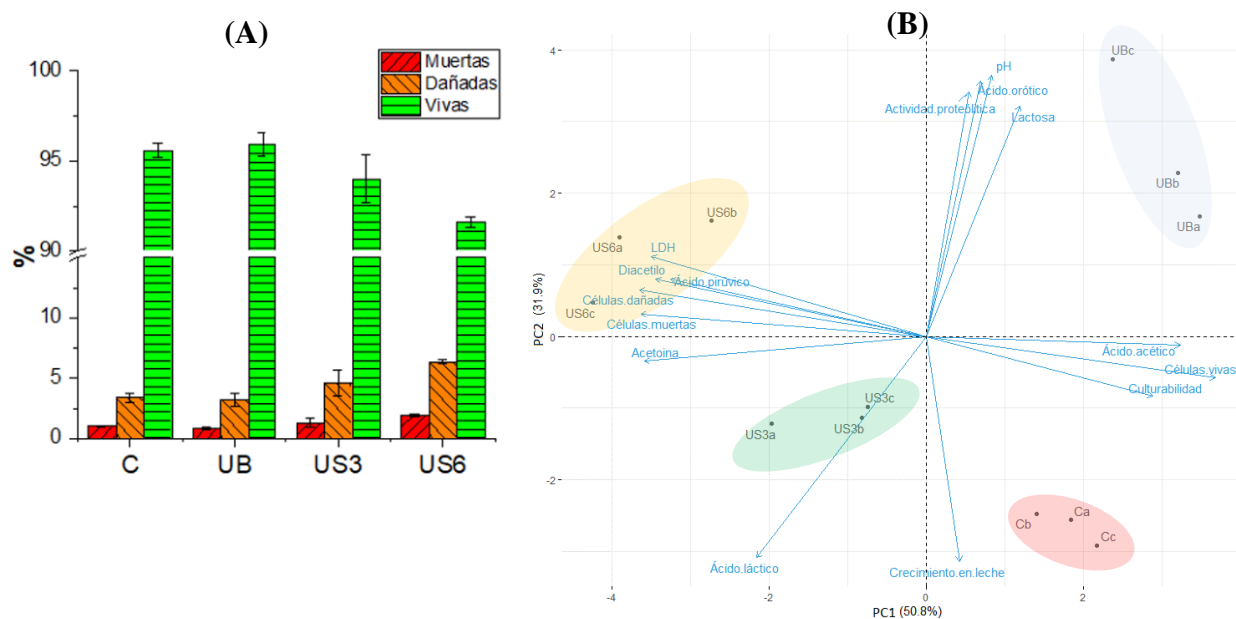
<sup>5</sup> ITA-UNL, Facultad de Ingeniería Química (FIQ-UNL), Santa Fe.

[gperalta@fiq.unl.edu.ar](mailto:gperalta@fiq.unl.edu.ar)

En los últimos años, los tratamientos con ondas ultrasónicas han sido los preferidos para modificar la permeabilidad de las bacterias lácticas impactando positivamente en su actividad metabólica (Calasso *et al.*, 2020). Estos tratamientos producen un fenómeno denominado cavitación que puede producir – a través de varias acciones mecánicas y químicas – la ruptura de las cubiertas celulares liberando el contenido citoplasmático. Este método se usa comúnmente a escala de laboratorio, particularmente por ser un método eficiente, económico y de simple aplicación. Además, presenta la ventaja de ser un método seguro para su uso en la industria alimentaria en la cual ya se lo utiliza para distintos fines como dispersión, limpieza de equipos, emulsificación, desgasificación, etc., con la posibilidad de ser aplicado a escala industrial. Sin embargo, la eficiencia de los resultados dependerá de la cepa utilizada, la intensidad del tratamiento, la enzima de interés, entre otros factores. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de tres tratamientos de ultrasonido sobre la culturabilidad, viabilidad, actividad enzimática y potencial metabólico de *Lacticaseibacillus paracasei* 90 (L90). L90 fue inoculada al 2% v/v en un medio comercial para lactobacilos (MRS) e incubada a 37 °C durante 20 h. Luego de la incubación, las células se cosecharon, se lavaron dos veces con buffer fosfato de potasio 50 mM, pH 7 y se resuspendieron en el mismo buffer para realizar los tratamientos. Las suspensiones fueron sometidas a tres tratamientos ultrasónicos diferentes: UB - un ciclo de sonicación utilizando un baño ultrasónico (40 kHz, 5 °C, 1 h); US3- tres ciclos de sonicación (40 W, 50% de amplitud, 4°C, 60 s y 60 s de enfriamiento en hielo después de cada ciclo) utilizando una sonda ultrasónica (US) de 20 kHz con una punta de 13 mm de diámetro; y US6- el mismo tratamiento descrito para US3 pero con seis ciclos de sonicación. La experiencia fue realizada por triplicado. Como control se utilizaron células sin tratar resuspendidas en buffer y mantenidas a 5 °C. Inmediatamente después de los tratamientos, se realizaron recuentos microbiológicos y análisis de viabilidad por citometría de flujo tanto en suspensiones de células no tratadas (C) como tratadas (UB, US3 y US6). La actividad lactato deshidrogenasa (LDH) se midió en extractos libres de células obtenidos después de la centrifugación de las suspensiones de células tratadas y no tratadas (Peralta *et al.*, 2019). Además, todas las suspensiones celulares fueron analizadas mediante microscopía electrónica de barrido (ME) (Peralta *et al.*, 2019). Finalmente, para evaluar el efecto de los tratamientos sobre el potencial metabólico de L90, las células fueron inoculadas al 2% v/v en leche UAT (Ultra Alta Temperatura) e incubadas durante 20 h a 37 °C. Al finalizar la incubación se evaluó: crecimiento, pH, actividad proteolítica, lactosa, ácidos orgánicos y producción de diacetilo y acetoina (Peralta *et al.*, 2019). Los resultados de todas las variables estudiadas se procesaron mediante análisis de varianza de una vía, con un nivel de significancia  $p < 0,05$  y métodos multivariados (correlación de Spearman, análisis de clúster, análisis de componentes principales) realizados en el software libre R ([www.r-project.org](http://www.r-project.org)).

No se encontraron cambios significativos ( $p > 0,05$ ) en la culturabilidad de L90 por los tratamientos aplicados. Sin embargo, el análisis de ME reveló la presencia de algunas células dañadas y lisadas en las suspensiones tratadas con US. Mediante el análisis de citometría de flujo se pudo clasificar a las células en tres subpoblaciones: vivas, dañadas y muertas. Las suspensiones celulares tratadas con US6 presentaron los niveles más altos de células muertas y dañadas y los niveles más bajos de

células viables ( $p < 0,05$ ) (Figura 1A). El metabolismo de la lactosa se vio fuertemente afectado por UB, y algunos cambios en los perfiles de ácidos orgánicos indicaron que la actividad metabólica de L90 también fue modificada por estos tratamientos. El daño en la integridad celular por US condujo a un aumento de la accesibilidad entre las enzimas y sustratos y se correlacionó positivamente con producciones mejoradas de diacetilo y acetoína. En la Figura 1B se muestra el resultado del análisis de componentes principales (CP) de todas las variables analizadas. Los dos primeros CP explicaron el 83% de la varianza total. Las elipses encierran las muestras según el análisis de conglomerados jerárquicos. Las diferencias entre los tratamientos fueron evidentes ya que las muestras tratadas con la sonda ultrasónica (US6 y US3) fueron claramente discriminadas de las tratadas con UB y las suspensiones sin tratar (C). Las muestras US3 y US6 se agruparon en el lado negativo de CP1 y se asociaron con las variables células dañadas, células muertas, actividad LDH, acetoína, diacetilo y ácido pirúvico. Las muestras UB se agruparon en el lado positivo de CP1 y CP2, y se asociaron con lactosa, pH, ácido orótico y actividad proteolítica. Finalmente, las muestras no tratadas (C) se agruparon en el lado positivo de CP1 y el lado negativo de CP2 y se asociaron con las variables crecimiento en leche, culturabilidad, células vivas y ácido acético. En general, nuestros resultados evidenciaron un impacto de los tratamientos de ultrasonido en la integridad de las células de L90 que condujo a una mayor permeabilidad y lisis, como lo demuestran las determinaciones de ME, citometría de flujo y actividad LDH. En cuanto a la capacidad de cultivo, no se observaron cambios significativos, posiblemente debido al balance resultante entre los efectos positivos (desaglomeración) y negativos (lisis) de los tratamientos sobre el crecimiento bacteriano. El aumento de la actividad proteolítica y la producción de diacetilo y acetoína junto con modificaciones de los perfiles de ácidos orgánicos y fermentación de carbohidratos indicaron que la actividad metabólica de L90 fue influenciada por los tratamientos ultrasónicos.



**Figura 1.** A: Porcentajes de las subpoblaciones celulares: vivas, dañadas y muertas, en las suspensiones control y tratadas con ultrasonido. B: Biplot del análisis de componentes principales de las variables.

Los resultados del presente trabajo indican que el potencial metabólico de L90 como cultivo adjunto fue mejorado por los tratamientos de ultrasonido.

## Bibliografía

01. Calasso, M., Minervini, F., De Filippis, F., Ercolini, D., De Angelis, M., Gobbetti, M., (2020). Attenuated *Lactococcus lactis* and surface bacteria as tools for conditioning the microbiota and driving the ripening of semisoft Caciotta cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, 86, e02165–19.
02. Peralta, G.H., Bergamini, C., Hynes, E.R. (2019). Disruption treatments on two strains of *Streptococcus thermophilus*: levels of lysis/permeabilisation of the cultures, and influence of treated cultures on the ripening profiles of Cremoso cheese. *International Dairy Journal*, 92, 11–20



## Desarrollo de un queso fresco conteniendo galactooligosacáridos prebióticos

Claudia Inés Vénica<sup>1,2</sup>, Florencia Antonella Bula<sup>2</sup>, María Julia Spotti<sup>2,3</sup>, María Soledad Caballero<sup>1,2</sup>, María Cristina Perotti<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Lactología Industrial (INLAIN), Universidad Nacional del Litoral/ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (UNL/CONICET).

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Santiago del Estero 2829, S3000AOM Santa Fe, Argentina.

<sup>3</sup>Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA/UNL).

[clauvenica@fiq.unl.edu.ar](mailto:clauvenica@fiq.unl.edu.ar)

En los últimos años, se ha observado una tendencia creciente en la producción y demanda de alimentos funcionales, que son aquéllos que producen un efecto beneficioso específico para la salud cuando se los consume regularmente, más allá de sus propiedades nutricionales básicas. Dentro de esta categoría de alimentos se encuentran los que poseen componentes bioactivos, es decir, compuestos químicos que están presentes naturalmente, que se forman y/o se adicionan durante el procesamiento del alimento (Vénica *et al.*, 2016). Un grupo importante de bioactivos lo constituyen los galactooligosacáridos (GOS). Los GOS se encuentran naturalmente en la leche humana y a nivel de trazas en la leche de rumiantes. Asimismo, mezclas de GOS se producen a nivel industrial para ser usados como ingredientes funcionales, principalmente en formulas infantiles y otros alimentos (quesos, yogures, etc.) debido a sus interesantes propiedades, estabilidad al medio ácido, excelente sabor, bajo poder edulcorante y calórico, anticariogenicidad y fundamentalmente rol prebiótico (Lamsal, 2012). La obtención de GOS se basa en un proceso biotecnológico con enzimas  $\beta$ -galactosidasas usando lactosa como sustrato (Lamsal, 2012). El propósito del presente trabajo fue desarrollar un protocolo de elaboración de queso fresco con GOS (a escala laboratorio), para lo cual se ensayaron dos estrategias: la producción *in situ* a través de la incorporación de una  $\beta$ -galactosidasa de *Kluyveromyces lactis* y el agregado de un ingrediente comercial conteniendo 60% de GOS (VivinalGOS), y se evaluó el impacto de las mismas en la composición fisicoquímica, los perfiles de fermentación y la reología de los productos obtenidos.

La formulación estaba compuesta por leche descremada fluida, crema, manteca, proteínas lácteas en polvo y sal. La mezcla se termostató a 45 °C, se homogeneizó, se repartió en 6 porciones (250 g) y se ajustó la temperatura a 43 °C. Según el tratamiento en estudio se adicionó el ingrediente GOS (I) (3% p/p) y/o la enzima (E) (0,8 g/kg) (Tabla 1). Las mezclas permanecieron a 43 °C por 45 min para hidratar los ingredientes, y en el caso de los tratamientos PE y PIE, este periodo se consideró también como la etapa de pre-incubación (P). Luego, se calentó a 95 °C por 5 min (en este caso en los tratamientos PE y PIE se desnaturalizó la enzima), se enfrió hasta 27 °C, se agregó el fermento mesófilo (F-ES Flora<sup>TM</sup> C160, Chr. Hansen) y se incubó en baño a 27 °C hasta un pH de 4,7 (aprox. 15 h). En el caso de los tratamientos E y IE, la enzima se agregó junto con el fermento. Finalmente, se pasteurizaron a 75 °C por 30 segundos, se enfriaron y se almacenaron a 4 °C por 7 días. A los 7 días se efectuaron mediciones de pH, composición global (grasa, proteínas y sólidos totales), perfiles de carbohidratos por HPLC-IR según Vénica *et al.*, (2015), y los análisis reológicos de acuerdo a Vénica *et al.* (2019); también se analizó el perfil de carbohidratos al inicio del proceso. Las experiencias se realizaron por duplicado, se calculó el promedio, la desviación estándar y se aplicó un análisis de variancia de una vía para detectar diferencias significativas entre los tratamientos con un nivel de confianza del 95%.



**Tabla 1.** Diseño experimental

| Tratamientos   | Adición del ingrediente | Adición de la enzima | Pre-incubación (45 min a 43 °C) |
|--|-------------------------|----------------------|---------------------------------|
| <b>C:</b> control  | ---                     | ---                  | ---                             |
| <b>E:</b> adición de la enzima   | ---                     | ✓                    | ---                             |
| <b>PE:</b> tratamiento de pre-incubación con la enzima                                   | ---                     | ✓                    | ✓                               |
| <b>I:</b> adición del ingrediente  | ✓                       | ---                  | ---                             |
| <b>IE:</b> adición del ingrediente y la enzima   | ✓                       | ✓                    | ---                             |
| <b>PIE:</b> adición del ingrediente y con un tratamiento de pre-incubación con la enzima | ✓                       | ✓                    | ✓                               |

No se detectaron GOS en la mezcla de partida; luego del agregado de I, se detectó 0,72 g/100g. Los niveles de lactosa, glucosa y galactosa en la mezcla de partida fueron 5,62, 0,12, 0,03 g/100 g, respectivamente, y luego del agregado de I, fueron 6,25, 0,63 y 0,06 g/100 g, respectivamente.

La composición fisicoquímica, concentraciones de carbohidratos y viscosidad de los quesos a los 7 d se observan en la **Tabla 2**. No hubo diferencias en la composición ( $p > 0,05$ ). Los valores de pH y acidez estuvieron en el rango de 4,57 - 4,70 y 86,28 - 93,72 °D, respectivamente. Las proteínas y grasa oscilaron entre 5,9 y 6,2 y entre 26,1 y 28,3, respectivamente. La composición de carbohidratos fue diferente ( $p < 0,05$ ) entre las muestras. La incorporación de la enzima incrementó los niveles de GOS, glucosa y galactosa y disminuyó los valores de lactosa debido a su actividad hidrolítica y transgalactosilasa. Los mayores niveles de GOS se observaron en los quesos que tenían el ingrediente y la enzima (IE y PIE), y los menores en los quesos con el agregado sólo de la enzima (E y PE); en el queso control no se detectó GOS. Asimismo, los mayores valores de glucosa y galactosa y menores de lactosa se tuvieron en los quesos con enzima (E, PE, IE y PIE). El proceso de pre-incubación prácticamente no modificó la composición de carbohidratos. Tampoco se observó que la enzima o el fermento degraden los GOS o los utilicen como fuente de carbono durante el proceso de fermentación para los tratamientos en los que se agregó el ingrediente y la enzima (IE y PIE); ya que no hay diferencias entre los valores de GOS con y sin pre-incubación. Los sistemas ensayados fueron tixotrópicos, fueron dependientes del tiempo y disminuyeron su viscosidad con el gradiente de deformación. El perfil de PIE fue muy similar al de C, mientras que la muestra IE presentó inversión de fases al llegar al máximo gradiente de deformación (200 1/s). La viscosidad dinámica a 50 (1/s) (Kokini *et al.*, 1987), que es la más predictiva de las evaluaciones orales de viscosidad para alimentos líquidos y semisólidos, fue mayor para C, mientras que los menores valores fueron para PE y E.

**Tabla 2.** Composición fisicoquímica y concentración de carbohidratos de los quesos (7 días). Valor medio  $\pm$  desviación estándar de las dos réplicas.

| Queso      | pH              | Acidez (°D)    | Grasa (g/100 g) | Sólidos tot. (g/100 g) | Proteínas (g/100 g) | GOS (g/100 g)   | Lactosa (g/100 g) | Glucosa (g/100 g) | Galactosa (g/100 g) | Visc. $\square_{50}$ (Pa.s) |
|------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------------|---------------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|
| <b>C</b>   | 4,57 $\pm$ 0,03 | 93,7 $\pm$ 1,5 | 26,9 $\pm$ 1,3  | 39,2 $\pm$ 0,1         | 6,19 $\pm$ 0,05     | nd              | 4,90 $\pm$ 0,05   | 0,15 $\pm$ 0,01   | 0,05 $\pm$ 0,01     | 8,32 $\pm$ 0,28             |
| <b>E</b>   | 4,70 $\pm$ 0,02 | 86,3 $\pm$ 8,3 | 27,1 $\pm$ 1,4  | 39,5 $\pm$ 0,1         | 6,15 $\pm$ 0,06     | 0,19 $\pm$ 0,03 | 0,36 $\pm$ 0,14   | 2,33 $\pm$ 0,07   | 2,58 $\pm$ 0,13     | 2,93 $\pm$ 0,07             |
| <b>PE</b>  | 4,61 $\pm$ 0,05 | 91,4 $\pm$ 2,6 | 27,9 $\pm$ 2,6  | 38,9 $\pm$ 0,1         | 6,29 $\pm$ 0,06     | 0,19 $\pm$ 0,01 | 0,28 $\pm$ 0,02   | 2,39 $\pm$ 0,01   | 2,63 $\pm$ 0,06     | 2,89 $\pm$ 0,09             |
| <b>I</b>   | 4,68 $\pm$ 0,04 | 89,3 $\pm$ 4,9 | 28,3 $\pm$ 3,6  | 40,3 $\pm$ 0,2         | 6,06 $\pm$ 0,09     | 0,76 $\pm$ 0,01 | 6,03 $\pm$ 0,12   | 0,18 $\pm$ 0,01   | 0,08 $\pm$ 0,01     | 3,26 $\pm$ 0,16             |
| <b>IE</b>  | 4,69 $\pm$ 0,03 | 89,7 $\pm$ 2,3 | 26,1 $\pm$ 0,8  | 40,0 $\pm$ 1,1         | 6,02 $\pm$ 0,05     | 0,84 $\pm$ 0,04 | 0,57 $\pm$ 0,08   | 3,12 $\pm$ 0,07   | 2,84 $\pm$ 0,13     | 3,21 $\pm$ 0,11             |
| <b>PIE</b> | 4,66 $\pm$ 0,08 | 92,8 $\pm$ 0,3 | 26,1 $\pm$ 2,8  | 40,4 $\pm$ 0,2         | 5,90 $\pm$ 0,11     | 0,83 $\pm$ 0,04 | 0,60 $\pm$ 0,05   | 3,12 $\pm$ 0,04   | 2,76 $\pm$ 0,05     | 5,37 $\pm$ 0,13             |

En el presente trabajo se observó la factibilidad de desarrollar un queso fresco con GOS que presentó buenas características fisicoquímicas, mediante el empleo de un ingrediente rico en GOS y una  $\beta$ -galactosidasa de *K. lactis*. Las estrategias ensayadas potenciarían las propiedades nutricionales y funcionales del alimento.

### **Bibliografía**

01. Vénica, C.; Wolf, I.; Vélez, A.; Bergamini, C. y Perotti, M. (2016) Bioactive compounds in fermented dairy food. En: Morton A, Ed: *Fermented foods: sources, consumption and health benefits*. Nova science publishers.
02. Lamsal, B.P. (2012) Production, health aspects and potential food uses of dairy prebiotic galactooligosaccharides. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(10), 2020-2028.
03. Vénica, C.; Bergamini, C.; Rebecchi, S. y Perotti, M. (2015) Galacto-oligosaccharides formation during manufacture of different varieties of yogurt. Stability through storage. *LWT - Food Science and Technology*, 63,198-205.
04. Vénica, C.; Spotti, M.; Pavón, Y.; Molli, J. y Perotti, M. (2020) Influence of carrot fibre powder addition on rheological, microstructure and sensory characteristics of stirred-type yogurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 55 (5), 1916-1923.
05. Kokini, J. (1987) The physical basis of liquid food texture and texture-taste interactions. *Journal of Food Engineering*, 6(1), 51-81.

## Yogur incrementado en proteínas, reducido en lactosa y con bacterias probióticas. Efecto de la formulación en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y antioxidantes.

Claudia Inés Vénica<sup>1,2</sup>, Milena Aldana Solís<sup>2</sup>, Carla Danisa Pérez<sup>2</sup>, Gaspar Bontempi<sup>3</sup>, Matías Luis Senovieski<sup>2</sup>, Florencia Antonella Bula<sup>2</sup>, Gabriel Vinderola<sup>1,2</sup>, María Cristina Perotti<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Lactología Industrial (INLAIN), Universidad Nacional del Litoral/Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (UNL/CONICET).

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Química (FIQ-UNL), Santiago del Estero 2829, S3000AOM Santa Fe, Argentina.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Económicas (FCE-UNL).

[clauvenica@fiq.unl.edu.ar](mailto:clauvenica@fiq.unl.edu.ar)

El mercado de leches fermentadas con características nutritivas, funcionales y sensoriales incrementadas es dinámico, y constantemente se lanzan al mercado nuevas propuestas. Entre las versiones más novedosas se identifican los yogures incrementados en proteínas y los reducidos en lactosa y en grasa, y con bacterias probióticas. Las proteínas son uno de los macronutrientes que contribuyen a otorgar saciedad. Reducir la lactosa es ventajoso para contrarrestar los inconvenientes que presenta su digestión y absorción para las personas intolerantes. Por su parte, el yogur es una de las matrices más populares para vehiculizar probióticos. Herramientas biotecnológicas de diferente naturaleza se pueden emplear para lograr estos objetivos. Por un lado, la formulación de la leche con ingredientes fuente de proteínas lácteas en polvo o concentrados líquidos obtenidos por membranas (retentado de ultrafiltración -UF-) se proponen para incrementar el contenido de proteínas. La leche posee componentes antioxidantes de diferente naturaleza (péptidos, proteínas, ácidos grasos) los que se encuentran naturalmente o se forman durante la fermentación. Al consumir alimentos con propiedad antioxidante se contribuye a mantener el sistema de defensa antioxidante del organismo previniendo y retrasando el progreso de muchas enfermedades. Por otro lado, la reducción de lactosa se puede conseguir por vía enzimática con  $\beta$ -galactosidasas (Damin *et al.*, 2009; Martins *et al.*, 2012). Finalmente, la cepa potencialmente prebiótica *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* INL1 que fue aislada de leche materna, demostró propiedades antiinflamatorias y de prevenir infecciones entéricas en estudios *in vivo* (Burns *et al.*, 2017). Todas estas intervenciones pueden afectar el proceso fermentativo, viabilidad microbiana, capacidad antioxidante y calidad del producto final, por lo que requieren su optimización. El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de diferentes ingredientes en polvo y retentado de UF (R), la incorporación de una  $\beta$ -galactosidasa de *Kluyveromyces lactis* y de la cepa de bifidobacteria mencionada, en la cinética de fermentación, los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y actividad antioxidante del yogur durante la fermentación y almacenamiento (28 días a 5°C); asimismo, se realizó un estudio de mercado sobre la intención de compra de yogur funcional. Se siguió un protocolo de elaboración de yogur a escala laboratorio, empleando un fermento comercial de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Se ensayaron 4 formulaciones; Y1: R, Y2: R + WPC80 (concentrados de proteínas de suero 80%), Y3: R + WPC35 (concentrados de proteínas de suero 35%) y Y4: leche fluida + WPC80 + leche en polvo descremada. La enzima se adicionó junto con el fermento y la cepa de bifidobacteria se agregó en el enfriamiento. Se analizó la evolución de la acidez y recuentos microbiológicos durante la fermentación y almacenamiento (1, 14 y 28 días); la capacidad de retención de agua (CRA) en el almacenamiento (1, 14 y 28 días), composición global (14 días) y actividad antioxidante (28 días). Se realizaron tres réplicas de elaboración; se calculó el promedio, la desviación estándar y se aplicó un análisis de variancia de una vía y test de Tukey para detectar diferencias significativas entre los tratamientos con un nivel de confianza del 95%. Todos los yogures siguieron una evolución de pH similar hasta 240 minutos, a partir de allí se observó una menor velocidad de acidificación para Y1 en comparación al resto de las formulaciones ( $p < 0,05$ ), lo

que finalmente se manifestó en un retraso en alcanzar el pH final ( $4,7 \pm 0,05$ ). La disminución de pH es el resultado del consumo de lactosa y generación principalmente de ácido láctico, por la actividad acidificante del fermento. Asimismo, la cinética de disminución de pH depende también de la capacidad buffer de la matriz, que está influenciada por su composición (tipo y contenido de proteínas, estado de las mismas -nativas, desnaturalizadas- y constituyentes menores -fosfatos inorgánicos, citrato, ácidos orgánicos-). Los ingredientes en polvo poseen cierto grado de desnaturalización por el proceso aplicado durante su manufactura en contraposición al retentado de UF en el que las caseínas y proteínas de suero se encuentran en su estado nativo. Las proteínas oscilaron entre  $6,4$  y  $7,9 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  ( $Y4 \sim Y3 \sim Y2 > Y1$ ), los contenidos de grasa fueron similares en todos los yogures ( $1,2$ - $1,4 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) y están dentro de la categoría de parcialmente descremados ( $0,6$ - $2,9 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) y los sólidos totales variaron de  $13,5$  a  $16,7 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  ( $Y4 \sim Y3 > Y2 \sim Y1$ ) (Tabla 1). La formulación de la leche no impactó ( $p > 0,05$ ) en los valores de pH a cada tiempo de muestreo; los valores de posacidificación (pH día 28 – pH día 1) fueron normales ( $0,22$ - $0,30$ ). La acidez titulable fue similar en todos los yogures al día 1, pequeñas diferencias se vieron a los 14 días, las cuales no se mantuvieron hacia los 28 días ya que todos los yogures tuvieron valores similares. Los valores de pH oscilaron entre  $4,44$  y  $4,51$  y los de acidez entre  $124$  y  $137 \text{ }^{\circ}\text{D}$  ( $1 \text{ }^{\circ}\text{D} = 100 \text{ mg ácido láctico L}^{-1}$ ) a los 28 días. La concentración de lactosa en los yogures fue de  $0,6$  y  $0,7 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  para  $Y1$  y  $Y2$ , y de  $1,8$  y  $1,7 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  para  $Y3$  y  $Y4$ , a los 14 días; valores similares a los reportados por Vénica *et al.* (2016) para yogures reducidos en lactosa. Los recuentos de las bacterias del fermento y de las bifidobacterias se mantuvieron por encima de 8 órdenes log (unidades formadoras de colonias)  $\text{g}^{-1}$  durante los 28 días, para las cuatro formulaciones. No se encontraron diferencias en los niveles de CRA de los yogures durante los 28 días; los menores valores se tuvieron para  $Y1$  y los mayores para  $Y4$ . Este hecho está íntimamente relacionado con la composición de la matriz:  $Y4$  e  $Y1$  tuvieron los mayores y menores contenidos de proteínas y de sólidos totales, respectivamente. Por su parte, mayor nivel de actividad antioxidante ( $p < 0,05$ ) se encontró en  $Y4$  en comparación al resto de los yogures. La actividad antioxidante está relacionada con el tipo de proteínas y nivel de agregado y la actividad metabólica de los fermentos empleados entre otros factores; se ha reportado mayor actividad antioxidante en yogures con agregado de WPC80. El estudio de mercado donde se encuestó a 261 personas reveló que el 82% se encontró preocupado en llevar una alimentación saludable principalmente por motivos de bienestar físico y mental y el 92% mencionó su interés en consumir un yogur funcional como el desarrollado en este trabajo (Bevilacqua *et al.*, 2019).

**Tabla 1.** Composición global de los yogures a los 14 días ( $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). (Valor medio  $\pm$  desviación estándar de las tres réplicas). Diferentes letras en cada columna significan diferencias estadísticas (Tukey test,  $p < 0,05$ ).

| Tipo de yogur | Sólidos totales ( $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ) | Proteínas ( $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ) | Grasas ( $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ) |
|---------------|--|--|---|
| Y1            | $13,51 \pm 0,09^b$                               | $6,41 \pm 0,20^b$                          | $1,30 \pm 0,12^a$                       |
| Y2            | $13,96 \pm 0,07^b$                               | $7,45 \pm 0,23^a$                          | $1,36 \pm 0,08^a$                       |
| Y3            | $15,74 \pm 0,75^a$                               | $7,28 \pm 0,14^a$                          | $1,15 \pm 0,09^a$                       |
| Y4            | $16,73 \pm 0,09^a$                               | $7,88 \pm 0,14^a$                          | $1,31 \pm 0,15^a$                       |

El desarrollo de yogures con características funcionales es una temática muy actual, lo que se demuestra por la constante irrupción de nuevos productos. El estudio de mercado reveló que los consumidores preocupados en llevar adelante una alimentación más saludable se muestran interesados en incorporar este tipo de alimentos a su dieta. En el presente trabajo obtuvimos resultados muy alentadores, ya que se consiguieron formulaciones de yogur con alto nivel proteico,

reducidos en tenor graso y en lactosa y con altos niveles de una bacteria probiótica, con características fisicoquímicas, microbiológicas y capacidad antioxidante adecuadas.

### **Bibliografía**

01. Bevilacqua, P.; Bontempi, G. y Cottone L. (2019) Seminario de integración, proyecto de idea de negocio. Yogurt funcional. Facultad de Ciencias Económicas (FCE), UNL.
02. Burns, P.; Alard, J.; Hrdý, J. *et al.* (2017) Spray-drying process preserves the protective capacity of a breast milk-derived *Bifidobacterium lactis* strain on acute and chronic colitis in mice. *Scientific Report*, 7, 43211.
03. Damin, M. R.; Alcantara, M. R.; Nunes, A. P. y Oliveira, M. N. (2009) Effects of milk supplementation with skim milk powder, whey protein concentrate and sodium caseinate on acidification kinetics, rheological properties and structure of nonfat stirred yogurt. *LWT – Food Science and Technology*, 42, 1744-1750.
04. Martins, A.R.; Monteiro, R.L.; De Medeiros, F.; Burket, J. y Burket, C.A. (2012) Simultaneous enzymatic hydrolysis and lactic fermentation to obtain a yogurt with low lactose content. *Ciência e Agrotecnologia*, 36, 551–559.
05. Vénica, C.; Wolf, I.; Bergamini, C. y Perotti, M. (2016) Influence of lactose hydrolysis on galacto-oligosaccharides, lactose, volatile profile and physicochemical parameters of different yogurt varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96, 4929–4939.

## Desarrollo de yogures con niveles incrementados de lípidos bioactivos mediante homogeneización: análisis fisicoquímico y sensorial

María Ayelén Vélez, Agustín Zeiter, Soledad Caballero, Facundo Cuffia, Guillermo George, Silvina Rebechi, María Cristina Perotti

Instituto de Lactología Industrial (Universidad Nacional del Litoral/CONICET). Facultad de Ingeniería química. Santa Fe, Argentina.

[mvelez@fiq.unl.edu.ar](mailto:mvelez@fiq.unl.edu.ar)

El ácido linoleico conjugado (CLA) es un ácido graso bioactivo que se encuentra naturalmente presente en la leche. El mismo es un término genérico utilizado para describir la mezcla de isómeros posicionales y geométricos del ácido octadecadienoico o linoleico (C18: 2 9c12c) con dobles enlaces conjugados. Algunos isómeros han mostrado efectos beneficiosos para la salud (principalmente C18: 2 9c, 11t y C18: 2 10t, 12c), entre los cuales se puede citar la reducción del contenido de grasa corporal y el aumento de la masa muscular, reducción del colesterol plasmático, estimulación del sistema inmunológico, inhibición de la carcinogénesis y posible actividad antioxidante (Augustin y Sanguansri, 2015). El contenido de CLA en productos lácteos como leche, queso, yogur y manteca, es variable y relativamente bajo; los niveles oscilan entre 1 y 29 mg g<sup>-1</sup> de grasa (Collomb *et al.* 2006). Los valores recomendados para ejercer una acción biológica son variables y se han estimado entre 0,3 - 3 g día<sup>-1</sup> (Rodríguez Alcalá y Fontecha, 2007). Por ello, una estrategia para incorporar aceites ricos en biolípidos en productos lácteos es la homogeneización. La grasa en la leche se encuentra en estado de emulsión en forma de glóbulos de tamaño variable (rodeados de una membrana), y los otros componentes de la leche se encuentran suspendidos (por ej. caseínas) o disueltos (por ej. proteínas del suero). Con la homogeneización se produce la ruptura de las gotas de grasa y reducción del tamaño, con el concomitante aumento de la superficie de los glóbulos o interfase grasa/agua. Esta operación se aplica en la manufactura de yogur para actuar sobre la fracción grasa evitando su separación, mejorar la integración e hidratación de los ingredientes de la leche base, eliminar el aire favoreciendo la acción del fermento, que impacta positivamente en la textura del producto final, ya que mejora la firmeza y su capacidad de retención de agua. En cuanto a la aplicación de homogeneización para integrar un aceite a la leche para yogur, se ha reportado que los parámetros de trabajo (presión, temperatura) influyen sobre la estabilidad de los ácidos grasos (Sørensen y col., 2007). Hasta el momento, la información reportada acerca de este aspecto es escasa. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la factibilidad de aplicar un paso de homogeneización para incorporar CLA en yogur. Para ello, se estudió el efecto del agregado de CLA a dos niveles sobre la fermentación (acidez, pH, tiempo), el contenido de CLA, la estabilidad oxidativa (mediante dienos conjugados), las propiedades fisicoquímicas (composición global, pH, acidez, sinéresis, microestructura) y sensoriales de los yogures (análisis de consumidores mediante el método *Check-That-All-Apply*). Además, se realizó un *screening* del contenido de CLA en yogures comerciales con fines comparativos. La leche cruda (10 L) se pasteurizó (65°C/20 min), se adicionó el aceite rico en CLA (Tonalin BASF, 80% de los isómeros 9c, 11t y 10t, 12c) y se homogeneizó (200 bar) en planta piloto (INLAIN). La incorporación de CLA se estudió a dos niveles (H1 y H2, 40 y 80 mg CLA 100 g<sup>-1</sup> de yogur, respectivamente); también se elaboraron yogures controles sin CLA (CH). Cuatro réplicas de cada tratamiento fueron elaboradas. La leche base para yogur (3,7% MG) se preparó adicionando leche descremada en polvo (2%) y concentrado de proteínas de suero en polvo (2%) a la leche fluida tratada o no por homogeneización, según corresponda. Luego se reservó durante 16 horas en refrigeración para favorecer la hidratación de los polvos. Se elaboraron yogures a escala laboratorio (500 mL) siguiendo el proceso de elaboración de Tamime (2002), los productos se conservaron 21 días (5°C). El pH y la acidez se determinaron al comienzo, a los 7 y a los 21 días. La composición global (sólidos, proteínas, grasa) se determinó a los 7 días, la sinéresis y la microestructura al final del almacenamiento. El contenido de CLA se determinó a través de cromatografía gaseosa a los 21



días y a través de la determinación de dienos conjugados por espectroscopía UV a los 7 y a los 21 días. Se utilizaron técnicas detalladas en Vélez *et al.* (2021). Los datos se compararon estadísticamente por ANOVA de una vía, para cada tiempo según corresponda. Se observó que el agregado del aceite incorporado a los dos niveles estudiados no modificó el tiempo de fermentación (aprox. 4 h). Los yogures se categorizaron como enteros (3,0 a 5,9 g grasa 100g<sup>-1</sup>) y se tuvo un contenido de proteínas superior al mínimo (2,9 g 100g<sup>-1</sup>) establecido por la legislación. En cuanto a la evolución del pH y acidez durante el almacenamiento, se verificó una disminución del pH (de 4,6 a 4,3) y un incremento de la acidez (de 86 a 91 °D); esta disminución fue similar para los tres tipos de yogur. La sinéresis fue menor en los yogures H2, posiblemente debido a la incorporación de mayor cantidad de aceite en la matriz. No hubo diferencias en la microestructura de todos los yogures. El ácido ruménico presentó los niveles más altos en las muestras H2 (60,20 ± 1,52 mg 100g<sup>-1</sup> yogur, intermedios en H1 (48,53 ± 2,73 mg 100g<sup>-1</sup> yogur), y las muestras CH presentaron los menores valores (35,64 ± 1,76 mg 100g<sup>-1</sup> yogur. El isómero del CLA 10t, 12c no se detectó en las muestras controles, y las muestras H2 y H1 presentaron 14,63 ± 2,32 y 26,30 ± 0,37 mg 100g<sup>-1</sup> yogur. A través de la determinación de dienos conjugados se verificó la misma tendencia y no hubo variaciones en el tiempo de almacenamiento, lo cual indicaría que no se generaron compuestos con dienos conjugados por oxidación lipídica en el tiempo analizado. Los resultados hallados en muestras controles también se verificaron en las muestras comerciales: se encontraron valores de CLA que oscilaron entre 24-46 mg CLA 100g<sup>-1</sup> de alimento, y sólo se detectó el ácido ruménico. El procedimiento ensayado fue exitoso ya que se duplicó la cantidad basal de CLA y el análisis sensorial no mostró diferencias de aceptabilidad entre los yogures experimentales respecto al control (p>0,05). Los productos se caracterizaron por ser cremosos, suaves, dulces, homogéneos.

## Bibliografía

01. Augustin y Sanguansri. (2015) Challenges and solutions to incorporation of nutraceuticals in foods. *Annual Review of Food Science and Technology*, 6, 463-477.
02. Collomb M.; Schmid A.; Sieber R.; Wechsler D. y Ryhänen E. L. (2006) Conjugated linoleic acids in milk fat: Variation and physiological effects. *International Dairy Journal*, 16, 1347-1361.
03. Rodríguez-Alcalá L. M. y Fontecha J. (2007) Hot Topic: Fatty Acid and Conjugated Linoleic Acid (CLA) Isomer Composition of Commercial CLA-Fortified Dairy Products: Evaluation After Processing and Storage. *Journal of Dairy Science*, 90, 2083-2090.
04. Sørensen A. D. M.; Baron C. P.; Let M. B.; Brüggemann D. A.; Pedersen L. R. L. y Jacobsen C. (2007) Homogenization conditions affect the oxidative stability of fish oil enriched milk emulsions: Oxidation linked to changes in protein composition at the oil-water interface. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 1781-1789.
05. Tamime, A. Y. (2002) Fermented milks: A historical food with modern applications - A review. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56, S2-S15.
06. Vélez, M. A.; Zeiter, A.; Capra, M. L.; Pozza, L.; Hynes, E.; Perotti, M. C. (2021) Developing yogurts containing CLA isomers-loaded liposomes and free CLA oil. *International Dairy Journal*

## Influencia del uso de leche concentrada por ultrafiltración en la elaboración y perfiles de maduración de queso Cremoso

Paula Giménez<sup>1</sup>, Guillermo A. George<sup>1,2</sup>, María C. Perotti<sup>1,2</sup>, Guillermo H. Peralta<sup>1,3</sup>, María J. Spotti<sup>2</sup>, María S. Caballero<sup>1,2</sup>, Erica R. Hynes<sup>1,2</sup>, Carina V. Bergamini<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Lactología Industrial (UNL/CONICET).

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral UNL.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrarias (FCA-UNL), Esperanza.

[paula.gimenez92@gmail.com](mailto:paula.gimenez92@gmail.com)

La ultrafiltración (UF) de la leche de quesería se utiliza como una estrategia para estandarizar el nivel de proteínas y para optimizar la capacidad operativa de la planta aumentando el rendimiento quesero. Sin embargo, el mayor nivel de proteínas de la leche UF produce cambios en sus propiedades de coagulación, por lo que los protocolos de elaboración deben ser adaptados. Además el uso de esta leche puede afectar los perfiles de maduración del queso. El objetivo del presente trabajo fue determinar el impacto del uso de leche concentrada por UF en la elaboración y maduración de queso Cremoso.

La leche cruda se concentró mediante un equipo de membrana escala piloto, utilizando una membrana polimérica de 10kDa (HFK-131 Food&Dairy UF-Elements, Koch MembraneSystems), hasta alcanzar un nivel de 5,98% de proteínas. Tanto la leche sin concentrar como la leche concentrada se usaron en elaboraciones de queso Cremoso a escala laboratorio; el volumen de leche utilizada para cada queso se ajustó de modo de tener igual cantidad de proteínas en cada tina. En los quesos con leche UF se evaluó diferente dosis de coagulante, estandarizada por volumen o cantidad de proteínas: C1- 0,405  $\mu\text{L/mL}$  leche y C2- 0,012  $\mu\text{L/mg}$  proteína, respectivamente, y dos niveles de calcio: adición o no. Se elaboraron los siguientes quesos: un control (C) empleando leche sin concentrar (2L, 3,16% proteínas) y aplicando el protocolo habitual de elaboración, y tres experimentales (E) elaborados con leche UF (1,05L, 5,98% proteínas): con la dosis C2 y calcio (E1), dosis C1 y calcio (E2) y dosis C2 sin calcio (E3); toda la experiencia se realizó por triplicado. Se utilizó *Streptococcus thermophilus* como fermento primario y quimosina producida por fermentación como coagulante (Chy-Max, Chr. Hansen). Los parámetros de coagulación (tiempo de coagulación y corte, y firmeza) para cada caso fueron estudiados en un equipo Optigraph. Una vez que la cuajada alcanzó la firmeza adecuada, se procedió al lirado y suave agitación hasta lograr el secado necesario. Posteriormente la cuajada se moldeó, se dejó acidificar hasta pH 5,2 y se saló en salmuera; el suero fue colectado para la determinación del volumen y composición (Milkoscan, Foss, FT 300, Dinamarca). Se calculó el rendimiento quesero obtenido para cada tina (relación porcentual de peso de queso/volumen de leche). Los quesos se envasaron al vacío y se maduraron 30 días a 5°C. Finalizado este tiempo, se analizó la composición global (humedad, materia grasa y proteínas) y pH mediante métodos normalizados y se determinaron los niveles del starter y NSLAB (bacterias lácticas no pertenecientes al fermento) por recuentos en placa; además se determinaron los perfiles de maduración mediante el análisis de los ácidos orgánicos y azúcares (HPLC), y de la proteólisis: perfiles peptídicos (HPLC) y grado de maduración (nitrógeno soluble a pH 4,6 en relación a nitrógeno total mediante Kjeldhal); también se determinó el perfil de textura por compresión y la capacidad de fusión de los quesos (incremento de área de un cilindro de queso por calentamiento en estufa). Todos los parámetros se analizaron mediante ANOVA de una vía ( $p=0,05$ ). Las diferencias entre medias se determinaron mediante el test de Tukey. Los resultados se presentan como el promedio y desviación estándar del triplicado de elaboración.

El uso de leche UF y las distintas dosis de coagulante y calcio influyeron significativamente ( $p<0,05$ ) en el tiempo de coagulación (T1) y corte (T2) (Tabla 1). Se observó una disminución significativa en estos parámetros, sobre todo cuando se usó la mayor dosis de coagulante y calcio. El tiempo de acidificación en estufa (45°C) para llegar a pH 5,2 fue similar para todos los quesos elaborados ( $133\pm 9$  min). El volumen de suero en los quesos E ( $\sim 0,81\text{L}$ ) fue significativamente menor que en los quesos C ( $\sim 1,73\text{L}$ ), lo cual dificultaba el manejo de la cuajada en tina; por ello,

para evitar una mayor pérdida de finos durante la elaboración, la agitación se realizó más suavemente en los quesos E. La cantidad de proteínas en el suero obtenido luego de la elaboración (que contiene proteínas de suero pero también caseínas solubles), calculada teniendo en cuenta la concentración en suero y volumen de suero fue similar en todos los casos ( $p>0,05$ ). Los quesos obtenidos tuvieron un peso promedio de  $233\pm13$  g. En comparación con el control, el rendimiento quesero se incrementó significativamente ( $p<0,05$ ) por el uso de leche UF, y se correlacionó con el nivel de proteínas de la leche concentrada.

Las tres condiciones ensayadas para la elaboración de los quesos E permitieron obtener productos con una composición global similar ( $p>0,05$ ) al C en cuanto al nivel de humedad, proteína y pH, mientras que el nivel de grasa presentó menores valores ( $p<0,05$ ) en los quesos E1 y E3 con respecto al C (Tabla 1). La dificultad del manejo de una cuajada de mayor firmeza y con menor volumen de suero pudo ocasionar un leve incremento en la pérdida de grasa en el suero de los quesos elaborados con leche UF. En relación al nivel de lactosa y galactosa en los quesos, se observó una tendencia de menores niveles en los quesos E, lo que puede ser atribuido a que el tratamiento de UF condujo a una disminución de la concentración de lactosa de la leche. Sin embargo, los niveles de azúcares, así como de los ácidos orgánicos fueron similares en los quesos C y E ( $p>0,05$ ). Estos resultados muestran que la diferente composición de la leche de partida no afectó la actividad fermentativa del starter. El recuento del fermento primario se encontró dentro del orden esperado ( $10^9$  UFC/g queso) en todos los quesos, mientras que el recuento de NSLAB fue 0,5 log mayor en el queso C que en los E.

**Tabla 1.** Influencia del uso de leche UF en la elaboración de quesos: Tiempo de coagulación (T1) y corte (T2) de las leches empleadas, cantidad de proteínas en el suero (% del total de la leche) y rendimiento quesero; y en la composición global y pH de los quesos a los 30 días de maduración.

|    | T1             | T2             | Proteína en suero (%) | Rendimiento (%) | Queso (% p/p) |                |                |                |
|----|----------------|----------------|-----------------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
|    |                |                |                       |                 | pH            | Proteína       | Humedad        | Grasa          |
| C  | 23,8 $\pm$ 1,3 | 47,1 $\pm$ 1,7 | 17,8 $\pm$ 3,6        | 12,85 $\pm$ 0,7 | 5,2 $\pm$ 0,1 | 19,9 $\pm$ 0,8 | 51,2 $\pm$ 1,9 | 27,1 $\pm$ 0,9 |
| E1 | 18,5 $\pm$ 0,4 | 23,8 $\pm$ 0,2 | 19,0 $\pm$ 1,8        | 22,14 $\pm$ 0,7 | 5,3 $\pm$ 0,1 | 21,2 $\pm$ 0,7 | 50,6 $\pm$ 0,7 | 25,2 $\pm$ 0,5 |
| E2 | 29,8 $\pm$ 1,3 | 36,5 $\pm$ 4,9 | 18,5 $\pm$ 3,3        | 20,67 $\pm$ 0,7 | 5,3 $\pm$ 0,1 | 22,5 $\pm$ 0,3 | 49,3 $\pm$ 0,2 | 25,9 $\pm$ 0,7 |
| E3 | 22,3 $\pm$ 0,4 | 28,3 $\pm$ 0,5 | 18,4 $\pm$ 2,7        | 22,09 $\pm$ 1,2 | 5,3 $\pm$ 0,1 | 20,5 $\pm$ 1,1 | 51,9 $\pm$ 0,9 | 24,5 $\pm$ 0,4 |

El grado de maduración fue similar para los quesos C y E2, mientras que fue mayor para E1 y E3 ( $p>0,05$ ), lo que puede atribuirse a la actividad proteolítica del coagulante residual que fue agregado en mayor nivel en estos últimos quesos. En los perfiles peptídicos también se vio reflejada las diferencias entre estos quesos; se observó mayor nivel de los picos correspondientes a las proteínas de suero en los quesos E lo que indica una mayor retención de las mismas (El-Alfy et al., 2008). El análisis de textura reveló que los quesos E presentaron una mayor dureza ( $p<0,05$ ) respecto al C, siendo mayor para E1 y E2, quesos elaborados con adición de calcio, en comparación con E3 que fue elaborado sin su adición. En consonancia a estos resultados, E1 y E2 fueron menos fundibles que E3 según los resultados del ensayo de fusión. Esto puede deberse al mayor nivel de calcio, el cual participa durante la coagulación (Muthukumarappan y Swamy, 2017), aportando mayor firmeza y reduciendo la capacidad de fusión.

El uso de leche UF permitió obtener quesos con una composición similar a los tradicionales, con un aumento del rendimiento, lo que permite disminuir los costos operativos. Sin embargo, algunos cambios se observaron en el nivel de materia grasa, la proteólisis, textura y fusión de los quesos dependiendo de las condiciones empleadas en la elaboración.

## Bibliografía

01. El-Alfy, M.B.; Shenana, M.E.; Hassaan, H.M.; Abdou, S.M.; Nasr, W.I (2008) Using ultrafiltrated (UF) retentate in Mozzarella cheese making. *Alexandra Journal of Food Science and Technology*, 45-60.
02. Muthukumarappan, K.; Swamy, G.J. (2017) Rheology, microstructure, and functionality of cheese. En: Ahmed, J. (Ed.) *Advances in Food Rheology and Its Applications*. Elsevier Ltd, 245-276.

## Evaluación de las propiedades de coagulación y rendimiento quesero de leche concentrada por ultrafiltración

Paula Giménez<sup>1</sup>, María C. Perotti<sup>1,2</sup>, Guillermo A. George<sup>1,2</sup>, Erica R. Hynes<sup>1,2</sup>, Carina V. Bergamini<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Lactología Industrial (UNL/CONICET)

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral UNL.

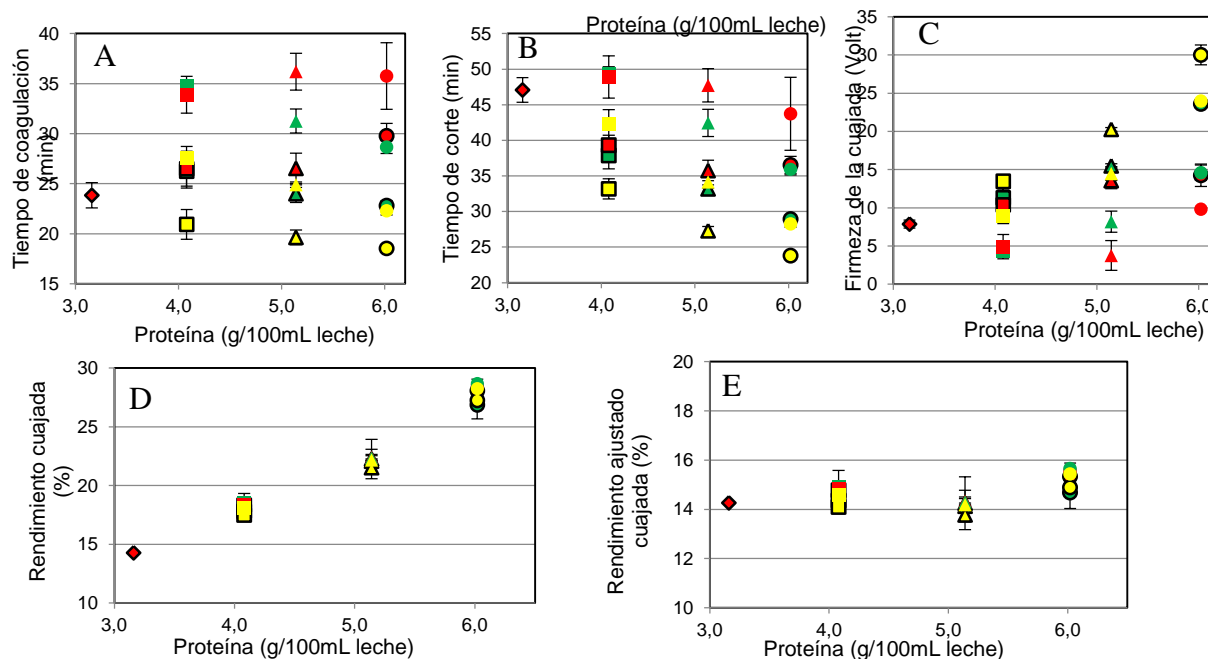
[paula.gimenez92@gmail.com](mailto:paula.gimenez92@gmail.com)

La ultrafiltración (UF) de la leche de quesería es un proceso que se utiliza como estrategia para estandarizar el nivel de proteínas y optimizar la capacidad operativa de la planta aumentando el rendimiento quesero. Las propiedades de coagulación de las leches UF son muy diferentes a la leche tal cual, por lo que es esencial su evaluación antes de su uso en la elaboración del queso. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las propiedades de coagulación de leche concentrada por UF y calcular el rendimiento quesero. El tratamiento de UF fue realizado en un equipo de membranas escala piloto, utilizando una membrana polimérica de 10kDa (HFK-131 Food & Dairy UF-Elements, Koch MembraneSystems). Se obtuvieron leches concentradas a tres niveles de proteína: 4,08% (P1), 5,14 % (P2) y 6,02% (P3). En una primera etapa se evaluaron las propiedades de coagulación para cada uno de los niveles proteicos de la leche UF frente a tres niveles de coagulante (Chy-Max, Chr. Hansen): C1- 0,405  $\mu\text{L}/\text{mL}$  leche (dosis estandarizada por volumen de leche), C2- 0,012  $\mu\text{L}/\text{mg}$  proteína (dosis estandarizada por cantidad de proteína), y C3- 0,009  $\mu\text{L}/\text{mg}$  proteína (75% de la dosis C2), y dos niveles de calcio: adición o no. Con el objetivo de comparar el comportamiento de las leches UF con leche sin concentrar, también se analizaron las propiedades de coagulación de leche control (3,29% proteínas) utilizando la dosis normal de coagulante y calcio. La determinación de los parámetros de coagulación se realizó con el instrumento óptico Optigraph® a 37°C. En una segunda etapa se determinó el rendimiento quesero en un ensayo en tubos Falcon, utilizando 40 mL de cada una de las leches, que fueron coaguladas con las condiciones mencionadas previamente en relación a dosis de coagulante y adición o no de calcio en un baño termostatzado a 37°C. El tiempo de corte se determinó en función de los resultados obtenidos en Optigraph de modo de realizar el lirado cuando la cuajada alcanza una firmeza similar a la de la leche control. Luego del corte, los tubos se centrifugaron a 10000 g durante 15 minutos. Se calculó el rendimiento de la cuajada (%) como la razón entre los pesos de la leche y de la cuajada escurrida, mientras que el rendimiento ajustado fue calculado teniendo en cuenta el contenido de proteína de la leche control. Ambas experiencias se realizaron por triplicado. La influencia del nivel de proteínas y dosis de coagulante sobre los parámetros determinados se evaluó por separado para la experiencia con o sin calcio mediante ANOVA de dos vías. Además, se realizó un test t para comparar los resultados para cada tratamiento de las leches UF con la leche control con el objetivo de determinar en qué condiciones de coagulación se obtenía un comportamiento similar a la leche sin concentrar. Finalmente, se realizó un análisis de regresión lineal del rendimiento en función del nivel de proteínas de las leches UF y control y se determinó el coeficiente de correlación. En todos los casos, la presencia de diferencias significativas se estableció con un valor  $p < 0,05$ .

En general, una tendencia hacia una disminución en el tiempo de coagulación y tiempo de corte y un aumento en la firmeza de la cuajada se observó con el incremento del nivel de proteínas de la leche UF. Sin embargo, el efecto sólo fue significativo ( $p < 0,05$ ) en la firmeza. Resultados similares a los obtenidos en esta experiencia fueron encontrados por Catarino *et al.* (2013) en leche de oveja. Por otro lado, la dosis de coagulante tuvo una influencia significativa ( $p < 0,05$ ) sobre todos los parámetros de coagulación estudiados: a mayor dosis, menor tiempo de coagulación y corte y mayor firmeza (Figura 1). Los resultados fueron similares para las leches con y sin calcio.

Por otro lado, en comparación con la leche control, todas las condiciones evaluadas en las leches UF con adición de calcio condujeron a menores tiempos de corte y mayor firmeza ( $p < 0,05$ ), siendo los cambios mucho más marcados a mayor nivel de proteínas de la leche. La diferencia en el tiempo

de coagulación con respecto al control dependió de la dosis de coagulante: fue mayor para C1 (menor dosis) pero menor para C2 (mayor dosis) ( $p < 0,05$ ), mientras que todas las muestras con C3 (dosis intermedia) mostraron valores similares al control ( $p > 0,05$ ). En la experiencia sin calcio, hubo más muestras que mostraron un comportamiento similar al control ( $p > 0,05$ ). En particular, las muestras con la dosis C1 para todos los niveles de proteínas tuvieron similar ( $p > 0,05$ ) tiempo de corte que el control, lo que permitiría un manejo de la cuajada en tina similar a una leche sin concentrar y ahorrar coagulante y calcio. Finalmente, el agregado de calcio disminuyó los tiempos de coagulación y de corte, y aumentó la firmeza en todas las condiciones estudiadas.



**Figura 1.** Influencia del nivel de proteínas (◆, 3,29g%; ■, 4,08g%; ▲, 5,14g%; ●, 6,02g%), dosis de coagulante (rojo: C1, amarillo: C2; verde: C3) y adición de calcio (sí: contorno, no: sin contorno) en el tiempo de coagulación (A), tiempo de corte (B), firmeza de la cuajada (C), rendimiento (D) y rendimiento ajustado (E). Los resultados son promedio  $\pm$  desviación estándar del triplicado de experiencia.

El nivel de proteínas tuvo un efecto significativo ( $p < 0,05$ ) en el rendimiento, el cual se incrementó proporcionalmente al nivel de proteínas de la leche de partida ( $R^2 = 0,967$ ) (Fig. 2D). Por el contrario, el rendimiento ajustado (Fig. 2E) mostró niveles similares ( $p > 0,05$ ) entre las distintas leches UF. Resultados similares fueron obtenidos por Guinee *et al.* (2006). La dosis de coagulante no influyó en los valores de rendimiento obtenidos ( $p > 0,05$ ).

El estudio de la influencia de distintos factores sobre las propiedades de coagulación de la leche de quesería mediante una metodología óptica permitiría adaptar los protocolos de elaboración y seleccionar las mejores condiciones que permitan elaborar quesos con leche UF similares a los quesos con leche sin concentrar. El uso de leche UF permitiría incrementar el rendimiento quesero y de esta manera la capacidad operativa de la planta.

## Bibliografía

01. Catarino, I., Martins, A.P.L., Duarte, E., Prudêncio, E.S., Pinho, M.N.D. (2013) Rennet coagulation of sheep milk processed by ultrafiltration at low concentration factors. *Journal of Food Engineering*, 114, 249-254.
02. Guinee, T.P., O'kenedy, B.T., P. M. Kelly, P. M. (2006) Effect of milk protein standardization using different methods on the composition and yields of Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science*, 89, 468-482.



# Producción Animal



VI Jornadas de  
Ciencia y Tecnología  
de la FCA - UNR



## Calidad y concentración espermática del bovino criollo Sanmartinero y Cebú Brahman bajo condiciones de la Orinoquia Colombiana

Diana Patricia Barajas Pardo<sup>1</sup>, José Guillermo Velásquez Penagos<sup>2</sup>, Sonia Lucia Gutiérrez Parrado<sup>2</sup>, José Henry Velásquez Penagos<sup>2</sup>, Jaime Anibal Rosero Alpala<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Villavicencio-Meta UCC.

<sup>2</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia.

[dianap.barajas@campusucc.edu.co](mailto:dianap.barajas@campusucc.edu.co)

La calidad del semen es valorada por parámetros macroscópicos, tales como volumen, color, densidad y microscópicos como la motilidad, viabilidad, morfología y concentración (Quintero *et al.*, 2017); de igual forma, para este tipo de evaluación se han definidos indicadores como el índice de calidad espermática (ICE) que junto con la concentración, facilitan el diagnóstico de la calidad espermática y la selección de reproductores (Barajas y Velásquez, 2014; Velásquez *et al.*, 2019). El propósito de este estudio fue evaluar el comportamiento en el tiempo de la calidad seminal mediante los indicadores tradicionales y el ICE de los bovinos criollo San Martinero (SM) y Cebú Brahman (CB) bajo condiciones de la Orinoquia Colombiana. Para el estudio con el apoyo del sistema de análisis de espermatozoides asistido por computadora (CASA) en 45 bovinos macho SM y 41 CB de 18 a 20 meses de edad, se evaluó la calidad espermática de sus primeras eyaculaciones inducidas durante tres meses. Para la toma del semen, se utilizó un equipo ElectroJac y como tinción para la evaluación microscópica, la eosina nigrosina. Las variables consideradas fueron a nivel macroscópico el volumen seminal y microscópico, la motilidad espermática, la viabilidad, la morfología, ICE y la concentración. Los resultados de la valoración de la calidad seminal como se pueden observar a nivel general en la tabla 1, muestran mejor comportamiento para todos los parámetros de evaluación de calidad seminal en los bovinos macho criollo SM, con diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) para motilidad masal, motilidad progresiva y el ICE.

**Tabla 1.** Calidad seminal del bovino criollo SM y CB bajo condiciones de la Orinoquia Colombiana.

| Raza | Volumen seminal cc | Motilidad Masal <sup>(1)</sup> | Motilidad progresiva <sup>(1)</sup> | Viabilidad <sup>(2)</sup> | Morfología <sup>(3)</sup> | ICE               | Concentración X 10 <sup>6</sup> /ml |
|------|--------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| SM   | 6,03 <sup>a</sup>  | 80,73 <sup>a</sup>             | 68,99 <sup>a</sup>                  | 76,88 <sup>a</sup>        | 86,72 <sup>a</sup>        | 0,36 <sup>a</sup> | 1028,01 <sup>a</sup>                |
| CB   | 5,25 <sup>a</sup>  | 62,12 <sup>b</sup>             | 52,31 <sup>b</sup>                  | 73,24 <sup>a</sup>        | 81,30 <sup>a</sup>        | 0,23 <sup>b</sup> | 707,28 <sup>b</sup>                 |

<sup>(1)</sup>Nº Espermatozoides motiles/100 células evaluadas (promedios calculados del CASA); <sup>(2)</sup>Nº Espermatozoides vivos/100 células evaluadas; <sup>(3)</sup>Nº Espermatozoides normales/100 células evaluadas. Letras distintas dentro de la misma columna representan diferencias significativas según prueba de tukey, ( $p < 0,05$ ).

Cuando el nivel de análisis se realizó por mes de muestreo, se observó mejor comportamiento de respuesta en el tercer mes para las variables motilidad, viabilidad, morfología, e ICE en el SM, sin embargo, no se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), este cambio en los bovinos macho CB se observó en las variables de motilidad e ICE, pero al igual que en el SM no se observaron cambios significativos ( $p > 0,05$ ).

Por otra parte, al realizar el análisis de los resultados obtenidos de concentración espermática de los animales evaluados SM y CB por rangos, se observó que el mayor porcentaje de bovinos SM presentaron concentración espermática por encima de  $800 \times 10^6$  espermatozoides/ml y en especial en los muestreos más avanzados, efecto contrario se observó en el bovino CB. (Tabla 2).

**Tabla 2** Porcentaje de respuesta por rango de concentración espermática de los bovinos SM y CB evaluados por muestreo y a nivel general

| RAZA | MUESTREO       | Rangos de concentración espermática (Espermatozoides X 10 <sup>6</sup> ) |             |              |              |             |              |              | n          |
|------|----------------|--|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|------------|
|      |                | <300   | 300 - <400  | 400 - <600   | 600 - >800   | 800 - <1000 | 1000 - <2000 | >2000        |            |
| SM   | I              | 2,2%   | 11,1%       | 11,1%        | 31,1%        | 31,1%       | 15,6%        | 15,5%        | 45         |
|      | II             | 8,9%   | 2,2%        | 2,2%         | 22,2%        | 8,9%        | 33,3%        | 22,2%        | 45         |
|      | III            | 4,4%   | 0           | 6,6%         | 6,6%         | 20%         | 53,3%        | 8,9%         | 45         |
|      | <b>General</b> | <b>5,2%</b>  | <b>4,4%</b> | <b>6,6%</b>  | <b>14,1%</b> | <b>20%</b>  | <b>34,1%</b> | <b>15,6%</b> | <b>135</b> |
| B    | I              | 17,1%  | 2,4%        | 21,9%        | 19,5%        | 9,8%        | 21,9%        | 7,3%         | 41         |
|      | II             | 31,7%  | 9,8%        | 26,8%        | 17,1%        | 4,9%        | 9,8%         | 0            | 41         |
|      | III            | 0  | 0           | 40%          | 20%          | 15%         | 25%          | 0            | 20         |
|      | <b>General</b> | <b>19,6%</b>   | <b>4,9%</b> | <b>27,5%</b> | <b>18,6%</b> | <b>8,8%</b> | <b>17,6%</b> | <b>2,9%</b>  | <b>102</b> |

Finalmente, en el análisis del ICE definido por rangos, se encontró que el mayor porcentaje de los grupos de bovinos con rangos iguales o superiores a 0,3 - <0,4 y 0,4 - >4 fue para la raza SM (Tabla 3)

**Tabla 3.** Porcentaje de respuesta por rango de ICE de los bovinos macho SM y CB por muestreo y a nivel general

| RAZA | MUESTREO       | Índice de Calidad espermática |              |              |              | n          |
|------|----------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------|
|      |                | <0,2                          | 0,2 - <0,3   | 0,3 - <0,4   | 0,4 - >4     |            |
| SM   | I              | 8,9%                          | 17,8%        | 28,9%        | 44,4%        | 45         |
|      | II             | 6,7%                          | 24,4%        | 28,9%        | 40%          | 45         |
|      | III            | 4,4%                          | 11,1%        | 33,3%        | 51,1%        | 45         |
|      | <b>General</b> | <b>6,6%</b>                   | <b>17,8%</b> | <b>30,4%</b> | <b>45,2%</b> | <b>135</b> |
| CB   | I              | 51,2%                         | 7,3%         | 29,3%        | 12,2%        | 41         |
|      | II             | 46,3%                         | 21,9%        | 24,4%        | 7,3%         | 41         |
|      | III            | 15%                           | 20%          | 40%          | 25%          | 20         |
|      | <b>General</b> | <b>5,9%</b>                   | <b>15,7%</b> | <b>29,4%</b> | <b>12,7%</b> | <b>102</b> |

El estudio mostró que de las razas evaluadas el bovino criollo Sanmartinero presentó una mejor calidad espermática y que el ICE es un parámetro integrador de evaluación de la calidad espermática que junto a la concentración espermática, pueden ser de gran utilidad como apoyo en el diagnóstico reproductivo de bovinos macho.

## Bibliografía

01. Barajas, D.P. y Velasquez, J.G. (2014). Expresión proteómica del plasma seminal del toro San Martinero y Cebú. Publicia. APA 7 edición
02. Contri, A.; Valorz, C.; Faustini, M. Wegher, L.; Carluccio, A. (2010) Effect of sperm preparation on CASA motility results in cryopreserved bull spermatozoa. *Theriogenology*. 74: 424-435
03. Quintero, M.A.; Mayorga, J.M.; Cardona, M.W. (2017). El análisis seminal como herramienta para predecir el potencial reproductivo en toros. *Journal of veterinary andrology*. 2017;2(1):30-37
04. Velásquez J.G.; Velásquez J.H.; Gutiérrez S.L.; Barajas D.P.; Neira E.; Ortiz C.; Onofre H.G. (2019). Consumo de agua tratada de producción petrolera en la fertilidad del bovino macho del sistema doble propósito. *Orinoquia*, 23 (2): 25-35.

## Estudio técnico económico de alternativas de producción bovina del sistema doble propósito en el Meta-Colombia

Ciro Ortiz Valdés<sup>1</sup>, Diana Patricia Barajas Pardo<sup>2</sup>, José Henry Velásquez Penagos<sup>3</sup>, Wilson David Rangel García<sup>3</sup>, José Guillermo Velásquez Penagos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MSc Sistemas Sostenibles en Salud y Producción Animal Tropical Universidad de Llanos, Villavicencio Meta,

<sup>2</sup>Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Villavicencio-Meta,

<sup>3</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia.

[ciro.ortiz@unillanos.edu.co](mailto:ciro.ortiz@unillanos.edu.co)

En Colombia la ganadería bovina doble propósito (carne y leche), representa el 35% (9.885.841,7 cabezas) del inventario nacional, beneficia a más de 175 mil familias de productores y 530 mil empleados (Fedegan, 2018), sin embargo, se enfrenta a limitantes productivos; baja producción de leche (<3,7 L/vaca/día), ganancia de peso (GDP) (<456g/día), y tasas de natalidad menores al 53% (González-Quintero *et al.*, 2020). Esta problemática se relaciona principalmente con el manejo tradicional del sistema doble propósito (SDP) (Chirinos and Faría-Mármol, 2012). La baja productividad y altos costos de producción desencadenan baja rentabilidad. El objetivo de este trabajo fue determinar la eficiencia técnico-económica de tres alternativas de producción del SDP bovino bajo condiciones de manejo en el piedemonte del Meta-Colombia, para ello se seleccionaron 72 vacas de cruces *Brahmán x Holstein*, en el inicio de lactancia. Los semovientes fueron determinados clínicamente sanos y su alimentación se basó en pastoreo con forraje *Brachiaria decumbens*. Las vacas y sus crías fueron distribuidas en tres tipos de manejo; Manejo alternativo 1 (MA<sub>1</sub>): ordeño 2 veces por semana hasta el destete, 100 días (n=31), Manejo alternativo 2 (MA<sub>2</sub>): ordeño dos veces por semana hasta el destete, 240 días (n=27) y Manejo tradicional (MT): ordeño diario hasta el destete, 240 días (n=14). En los terneros se midió el peso y ganancia de peso (GDP) a los 252 días de vida, y en las vacas la tasa de natalidad (TN) y la leche producida por lactancia (LPL). El análisis de la información se realizó con estadística descriptiva, análisis de varianza y pruebas de comparación de medias (tukey) con un nivel de significancia de 0,05. Por otra parte, con los resultados promedios de los indicadores productivos estudiados, se realizó el análisis económico proyectado para un pie de cría de 100 vacas, se estimó el ingreso bruto, ingreso neto, costo total, costo por unidad de producto, y rentabilidad. El peso de los terneros en términos generales a los 252 días para MT fue de 155,1 ± 2,67 kg, estos resultados difieren estadísticamente (p<0,05) a lo encontrado tanto para MA<sub>1</sub> (189,5 ± 1,77 kg), como para MA<sub>2</sub> (186,1 ± 1,9 kg). De igual forma, los valores de GDP de los terneros MT (0,54 ± 0,01 kg/animal/día) fue inferior a MA<sub>1</sub> (0,64 ± 0,01 kg/animal/día), y MA<sub>2</sub> (0,63 ± 0,01 kg/animal/día), cuando consideramos el sexo de la cría para los indicadores peso y GDP no se observó diferencia significativa (p>0,05) entre machos y hembras para MT, MA<sub>1</sub> y MA<sub>2</sub>. La TN presentó diferencias altamente significativas (p<0,001) entre tipos de manejo, con mayor beneficio para MA<sub>1</sub> (0,84 terneros/vaca/año), seguido por MA<sub>2</sub> (0,74 terneros/vaca/año) y MT (0,68 terneros/vaca/año). La producción de leche por lactancia de las vacas, entre los diferentes tipos de manejo registraron producciones de 1204,3 ± 28,9 kg para MT, 303,7 ± 20,7 kg para MA<sub>2</sub> y 158,7 ± 19,2 kg para MA<sub>1</sub>. El análisis económico basado en las tres alternativas de producción, proyectado para un pie de cría de 100 vacas, muestra que el ingreso bruto/año obtenido por venta de leche y terneros para MT fue de \$26.507,5, seguido por MA<sub>1</sub> (\$26.507,5) y MA<sub>2</sub> (\$25.768,9). Además, el costo total/año fue \$18.863,8 para MA<sub>1</sub>, \$19.673,3 para MA<sub>2</sub> y \$27.801,9 para MT, respuesta influenciada en su mayor parte por los egresos que genera la mano de obra requerida en cada tipo de manejo (tabla 1). En consecuencia, el costo por unidad de producto fue de \$0.192/kg leche y \$1.07/kg carne para MA<sub>1</sub>, seguido por MT (\$0.205/kg de leche y \$1.15/kg), y MA<sub>2</sub> (\$0.206/kg de leche y \$1.15/kg de carne). Finalmente, el ingreso neto/año para los tres tipos de manejo presentó una variación entre el 31 y 45,5% del costo total/año, reflejando económicamente una inversión viable. El tipo de manejo que presentó mejor viabilidad económica fue MA<sub>1</sub> superando la rentabilidad de MA<sub>2</sub> y MT en un 9,5 y 9,2%, respectivamente. Esta

respuesta se relaciona principalmente con mayor venta de terneros/año y menor costo de producción total y por unidad de producto. En contraste, la rentabilidad de MA2 no logro superar a MT, fue inferior en 0,3%.

**Tabla 1.** Indicadores de viabilidad técnico económica de un pie de cría de 100 vacas (*Holstein x Gyr*) manejados bajo tres alternativas de producción del sistema doble propósito, en condiciones de manejo del Meta, Colombia.

| Indicador  | MA <sub>1</sub> | MA <sub>2</sub> | MT              |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| Leche/año (kg)                                       | 12.797,5        | 21.574,8        | 78.616,7        |
| Carne/año (kg)                                       | 15.281,2        | 13.220,5        | 10.124,9        |
| \$ (USD*)  |                 |                 |                 |
| Ingreso bruto por venta de leche/año <sup>1</sup>    | 3.455,62        | 5.825,7         | 21.228,2        |
| Ingreso bruto por venta de terneros/año <sup>2</sup> | 23.051,8        | 19.943,2        | 15.273,5        |
| <b>Ingresos Bruto/año</b>                            | <b>26.507,5</b> | <b>25.768,9</b> | <b>36.501,7</b> |
| <b>Costo de producción<sup>3</sup></b>               |                 |                 |                 |
| Mano de obra   | 6.039,1         | 6.840,3         | 15.045,5        |
| Costo oportunidad arriendo terreno                   | 3.553,8         | 3.738,6         | 3.550,0         |
| Impuestos, servicios, asistencia técnica             | 916,2           | 926,7           | 1.080,6         |
| Depreciación infraestructura, equipos y animales     | 1.970,2         | 1.656,6         | 1.634,5         |
| Insumos  | 5.372,4         | 5.457,3         | 5.381,3         |
| Transportes, fletes y financieros                    | 1.011,8         | 1.053,6         | 1.110,0         |
| <b>Costo total/año</b>                               | <b>18.863,8</b> | <b>19.673,3</b> | <b>27.801,9</b> |
| Costo kg de leche                                    | 0,192           | 0,206           | 0,205           |
| Costo kg de carne en pie                             | 1,074           | 1,152           | 1,149           |
| <b>Ingreso Neto o utilidad</b>                       | <b>7.643,7</b>  | <b>6.095,6</b>  | <b>8.699,8</b>  |
| <b>Rentabilidad (%)</b>                              | <b>40,5</b>     | <b>31,0</b>     | <b>31,3</b>     |

\*1 USD equivale a \$3.646 pesos COP (tasa de cambio a la fecha 13 de noviembre de 2020); <sup>1</sup> Precio de venta \$985 pesos COP; <sup>2</sup> precio de venta \$5.500 COP; <sup>3</sup> calculado según los egresos generados por los factores de producción requeridos en cada tipo de manejo, utilizando precios del año 2020.

En conclusión, MA1 es una alternativa que contribuye a mejorar la eficiencia reproductiva, mantiene el propósito del sistema (carne y leche) y genera reducción en el costo de producción, mejorando la competitividad económica y la rentabilidad del negocio.

## Bibliografía

01. Chirinos, Z. y Faría-Mármol, J. (2012). Efecto De La Estrategia De Cria Sobre El Peso Al Destete De Los Becerras Y La Productividad De Vacas Doble Propósito', *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 2:343–346.
02. FEDEGAN. Federación Colombiana de Ganaderos (2018). *Ganadería Colombiana: Hoja de Ruta 2018 – 2022*. Bogotá: Fedegan. 133p.
03. González-Quintero, R.; Barahona-Rosales, R.; Bolívar-Vergara, D.M.; Chirinda, N.; Arango, J.; Pantévez, H.A.; Correa-Londoño, G. y Sánchez-Pinzón, M.S. (2020). Technical and environmental characterization of dual-purpose cattle farms and ways of improving production: A case study in Colombia', *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, 10:19.

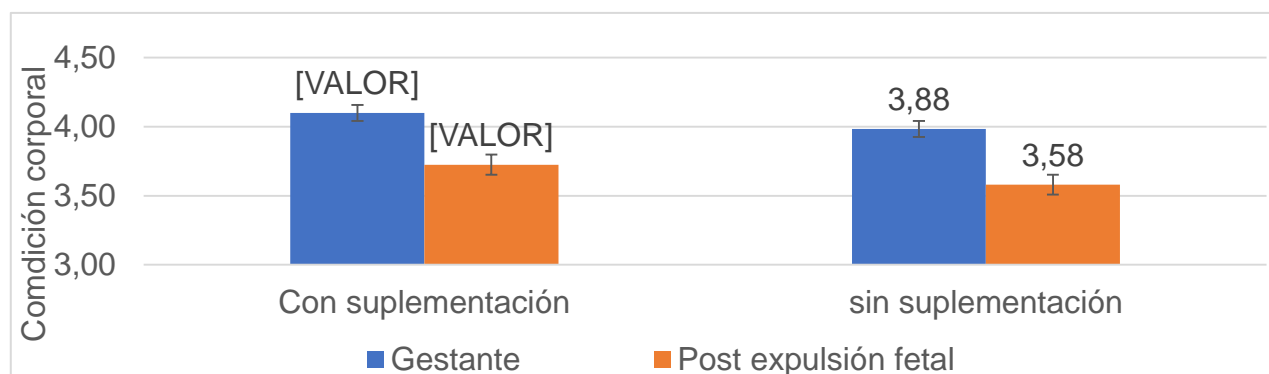
## Manejo estratégico de la hembra bovina gestante del sistema doble propósito en Colombia

José Guillermo Velásquez Penagos, Sonia Lucia Gutierrez Parrado, Jaime Anibal Rosero Alpala, Hernando Flórez Díaz, Wilson David Rangel García,

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia.

[jvelasquez@agrosavia.co](mailto:jvelasquez@agrosavia.co)

El sistema de producción doble propósito (SPDP) tradicionalmente es definido como el sistema en el cual se produce carne y leche, (Galeano y Manrique, 2010). La programación fetal como estrategia de manejo, se refiere al proceso de adaptación por el que la nutrición y otros factores ambientales alteran las vías de desarrollo durante el período de crecimiento prenatal, induciendo con ello cambios en el metabolismo postnatal que pueden afectar la producción (Min D *et al.*, 2015) y la eficiencia reproductiva (Lummaa y Clutton-Brock, 2002). El desarrollo de este estudio tuvo como propósito la evaluación de la suplementación estratégica en el último tercio de la gestación y la respuesta productiva y reproductiva post parto de la vaca y el desempeño de su cría. Para ello se seleccionaron 14 hembras gestantes (último tercio) del SPDP entre 5 y 7 años de edad, pesos entre 450 -500 Kg y de más de 3 partos que pastorearon en *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria brizantha*, distribuidas al azar en dos grupos con (CS) y sin suplementación (SS) energética proteica en una dieta balanceada con el software LRNS (<https://www.nutritionmodels.com/lrns.html>) desde los 7 meses de gestación, hasta el momento del parto como alternativa de programación fetal. El análisis de la información se realizó mediante medidas repetidas en el tiempo, se consideró estadística descriptiva, análisis de varianza y pruebas de comparación de medias Tukey. Las valoraciones realizadas se enmarcaron en condición corporal (CC), producción y calidad de la leche, inicio de actividad ovárica, servicios por concepción y para el ternero peso al nacimiento y mensualmente hasta los 6 meses. Los registros de los indicadores se programaron para ser tomados mensualmente. Los resultados obtenidos para CC en vacas muestran antes y después del parto un mejor comportamiento en vacas CS que las vacas SS ( $4.10 \pm 0.3$  vs  $3.88 \pm 0.3$ ) y ( $3.73 \pm 0.25$  vs  $3.58 \pm 0.26$ ) y una diferencia de condición corporal entre (CS-SS) antes y después del parto de 0,37 vs 0,30 sin embargo, sus cambios estadísticamente no fueron significativos ( $p > 0.05$ ) (Figura 1).



En la tabla 1 se registra la producción de leche en el primer tercio de lactancia, de las vacas que recibieron suplementación en el último tercio de gestación, como se puede apreciar la respuesta de las vacas que recibieron el suplemento fue superior a las que no lo recibieron ( $p < 0.05$ ) en el primer mes. Los valores obtenidos en este primer tercio de lactancia superan los promedios reportados por Velásquez *et al.* (2020), en vacas para el 1er tercio de lactancia 4,07 Kg/día, mostrando así la respuesta positiva de la suplementación y de la oferta forrajera.

Con respecto a la calidad de la leche representada por los contenidos de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales para los meses evaluados (1er tercio de lactancia), no se observó efecto de la suplementación de la vaca en el último tercio de la gestación ( $p > 0.05$ ), sin embargo, su respuesta fue superior a las reportada por Velásquez *et al.* (2020).

**Tabla 1.** Producción promedia de leche al ordeño de vacas doble propósito con y sin suplementación durante el último tercio de gestación bajo condiciones de Piedemonte Llanero.

| Parámetro               | MES DE LACTANCIA       |                        |                        |
|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                         | 1                      | 2                      | 3                      |
| Con suplementación (kg) | 6,46±0,29 <sup>a</sup> | 6,79±1,21 <sup>a</sup> | 6,15±0,97 <sup>a</sup> |
| Sin suplementación (kg) | 5,45±0,57 <sup>b</sup> | 6,39±2,02 <sup>a</sup> | 5,66±2,33 <sup>a</sup> |

Letras diferentes dentro de cada columna son estadísticamente diferentes (p<0,05)

El inicio de la actividad ovárica posparto muestra que las vacas que recibieron suplementación en su último tercio de gestación recuperaron su actividad ovárica más pronto que las que no recibieron (56,6±2,14 Vs 61,0± 4,29 días) (p<0,05).

De igual forma, la diferencia fue significativa (p<0,05) para el indicador servicios por concepción de las vacas que recibieron suplementación (1,3) que las no recibieron (2,8). El peso de los terneros en el último mes de evaluación (6to mes), mostró mayor ganancia para los terneros de vacas que recibieron suplementación (p>0,05).

**Tabla 2.** Pesos promedios de terneros de vacas del SPDP con y sin suplementación estratégica

| Parámetro               | Nacimiento                 | 1er mes                    | 2do mes                    | 3er mes                    | 4to mes                     | 5to mes                     | 6to mes                     |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Con suplementación (kg) | 30,3 <sup>a</sup><br>±1,71 | 50,0 <sup>a</sup><br>±1,49 | 67,7 <sup>a</sup><br>±2,51 | 82,0 <sup>a</sup><br>±6,36 | 103,0 <sup>a</sup><br>±7,78 | 124,8 <sup>a</sup><br>±7,42 | 145,5 <sup>a</sup><br>±13,4 |
| Sin suplementación (kg) | 31,2 <sup>a</sup><br>±2,17 | 46,9 <sup>b</sup><br>±1,63 | 60,4 <sup>b</sup><br>±4,68 | 82,0 <sup>a</sup><br>±2,83 | 98,3 <sup>a</sup><br>±1,06  | 117 <sup>a</sup><br>±0,71   | 142 <sup>a</sup><br>±0,35   |

Letras diferentes dentro de cada columna son estadísticamente diferentes (p<0,05)

Finalmente, los resultados en el estudio señalan la estrategia tanto de programación fetal (suplementación de la vaca en el último tercio de la gestación) y desempeño de la cría en su desarrollo como de preparación de la madre sobre su reinicio de la actividad ovárica efectiva en las hembras del sistema doble propósito, como una alternativa de mejora potencial de la eficiencia productiva del hato.

## Bibliografía

01. Galeano, A.P.; Manrique, C. (2010). Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo colombiano. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 57:119-131
02. Lummaa, V.; Clutton-Brock, T. (2002). Early Development, Survival And Reproduction In Humans. *Trends Ecology Evolution*, 17:141–147.
03. Min, D.; Bo, W.; Xing, F.; Qiyan, y.; Mei-Jun, Z. (2015). Fetal programming in meat production. *Meat Science*, 109, 2015: 40-47.
04. Velásquez J.G.; Almansa E.F. (2020). Sistemas pecuarios y aguas tratadas asociadas a la extracción de petróleo. Agrosavia. Villavicencio, Colombia. ISBN: 978-958-5461-65-9.



## Nivel de adaptación de tres composiciones raciales del bovino del sistema doble propósito en el piedemonte llanero colombiano

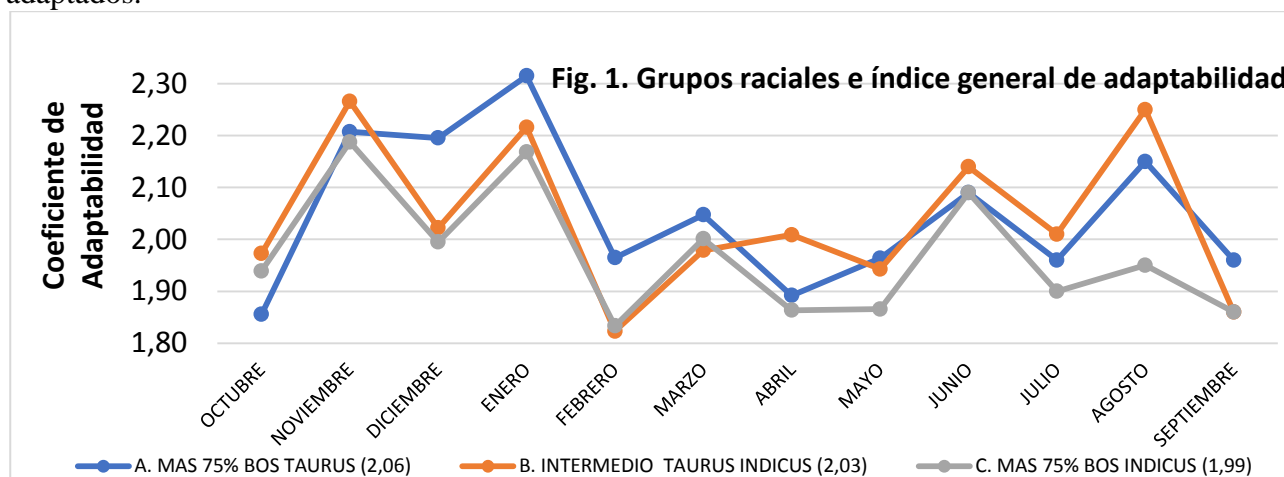
José Guillermo Velásquez Penagos, Jaime Aníbal Rosero Alpala, Sonia Lucia Gutiérrez Parrado, José Henry Velásquez Penagos, Wilson David Rangel García

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia.

[jvelasquez@agrosavia.co](mailto:jvelasquez@agrosavia.co)

Los factores físico-ambientales que afectan al ganado bovino corresponden a una interacción de la temperatura del aire, la humedad relativa, la radiación solar, la velocidad del viento y la precipitación (Arias *et al.*, 2008). La combinación de estos factores, expresada en el índice de temperatura-humedad (ITH), puede generar situaciones desfavorables (Molina *et al.*, 2016) que se traducen en estrés por calor, generando alteraciones de la función cardiorespiratoria, reducción en el consumo del alimento, reducción de la producción de leche (Cerqueira *et al.*, 2016) y de la actividad reproductiva (Molina *et al.*, 2016). En este sentido la capacidad termorreguladora juega un papel importante y puede ser evaluada por su nivel de adaptación. El índice de adaptabilidad considera dos indicadores de respuesta fisiológica como lo son la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal (Benezra, 1954), el criterio de interpretación del valor del índice, se considera como adaptados cuando están en 2 hacia abajo, y no siendo tan grave los que están cerca de dos (Hammond A.C. *et al.*, 1996). Sin embargo, para otros investigadores es considerado de acuerdo con la raza y cruce, menor de 2,79 para Friesian y de 2,72 para Pardo Suizo (Shinde *et al.*, 1990). El objetivo del estudio se enmarcó en la evaluación de la adaptabilidad de tres composiciones raciales de bovinos del sistema doble propósito bajo condiciones climáticas del piedemonte llanero colombiano. Se seleccionaron 36 hembras bovinas adultas entre los 4 a los 6 años, distribuidas en tres grupos raciales: 1) Grupo más del 75% *Bos taurus* (A), 2) Grupo de composición racial intermedia (B), 3) Grupo más del 75% *Bos indicus* (C). Se realizaron evaluaciones clínico-fisiológicas mensualmente durante 12 meses: frecuencia respiratoria (FR), temperatura corporal (T°C), hematocrito, proteínas séricas y cortisol. Se tomó información climática en el sitio de estudio 2 días antes del muestreo: temperatura máxima (T°max) y temperatura promedio (T°prom), humedad relativa (HR), precipitación e ITH. Con las evaluaciones clínico-fisiológicas FR y T°C se estimó el índice de adaptabilidad ( $IA = (T^{\circ}C/38.9) + (FR/47.35)$  ajustada de Benezra 1954) de los diferentes grupos seleccionados a cada una de las situaciones climáticas definidas por el nivel de precipitación e ITH. Se estimaron estadísticas descriptivas y se realizó análisis de la variancia y pruebas de comparación de medias Tukey. Los resultados del estudio indican dos períodos climáticos (entre octubre-febrero y entre febrero-septiembre) o situaciones que demarcan diferencias climáticas en la precipitación, humedad, temperatura e ITH y son un marco de referencia importante para determinar la adaptabilidad de los animales. Los valores de ITH, T°máx y T°prom calculados muestran valores por encima de los que se consideran como rangos normales. La FR durante el período de evaluación, en los tres grupos raciales, mostró un promedio general similar sin diferencia significativa ( $p > 0,05$ ), A = 47.56 respiraciones por minuto (rpm), B = 47.85 rpm, y C = 45.70 rpm, a pesar de esto, el grupo C tuvo el resultado más bajo y el grupo B el valor más alto. La FR normal reportada en el ganado adulto varía de 10 a 30 rpm (Posadas *et al.*, 2005), sin embargo, la respuesta obtenida que es superior a la reportada pero similar a la de los bovinos del trópico bajo (Edil *et al.*, 2017) y a la región (Velasquez *et al.*, 2020) posiblemente es debida a los mecanismos de acomodación de los bovinos en estas regiones del trópico donde la temperatura y humedad son altas. La T°C de los animales a pesar de sus variaciones a lo largo de los meses del estudio, no presentó cambios significativos ( $p > 0,05$ ), sin embargo, las variaciones expresadas indican que el pico de temperatura corporal más alto se obtuvo en los semovientes de la composición racial B (39.34°C). El índice de adaptabilidad (Figura 1) considerando la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal, según Benezra (1954) y ajustado a nuestra región entre los

grupos de cruces seleccionados fue similar, y estuvo entre los valores considerados como adaptados.



Como evaluación complementaria los resultados de hematocrito, proteínas séricas, y cortisol, no mostraron cambios significativos que indicaran alteraciones fisiológicas en los tiempos y períodos evaluados. Finalmente, los estudios en bovinos del doble propósito tradicional en sus diferentes composiciones raciales evaluados señalan un buen comportamiento fisiológico bajo las condiciones climáticas del piedemonte llanero, dando señales de tolerancia y adaptabilidad a estos ambientes intertropicales, sin embargo, no hay duda, que el grupo con más composición racial Cebú presentó el mejor comportamiento.

## Bibliografía

01. Arias, R.A.; Mader, T.L.; Escobar, P.C. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria*, 40:7-22.
02. Benezra, M. V. (1954). A new index for measuring the adaptability of cattle to tropical conditions. *Journal of Animal Science*, 1954; 3:1915.
03. Cerqueira, J.O.L.; Araújo, J.P.P.; Blanco, I.; Cantalapiedra, J.; Silvestre, A.M.D.; Silva, S.J.C.R. (2016). Predicción de estrés térmico en vacas lecheras mediante indicadores ambientales y fisiológicos. *Archivos de Zootecnia*, 65 (251): 357-364.
04. Edil, E.; Araúz, S. (2017). Influencia del color del pelaje sobre el comportamiento térmico corporal, cinética de la sobrecarga calórica y alteración cardiorespiratoria circadiana en vacas lecheras cruzadas (6/8 *Bos taurus* x 2/8 *Bos indicus*) bajo estrés calórico en el trópico húmedo. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070717/071707.pdf>
05. Hammond, A.C.; Olson, T.A.; Chase, C.C Jr.; Bowers, E.J.; Randel, R.D.; Murphy, C.N.; Vogt, D.W.; Tewolde, A. (1996). Heat tolerance in two tropically adapted *Bos taurus* breeds, Senepol and Romosinuano, compared with Brahman, Angus, and Hereford cattle in Florida. *Journal of Animal Science*, 74(2):295-303.
06. Molina, R.A.; Silva, F.; Perilla, S.; Sanchez, H. (2016). Caracterización del ambiente térmico para la actividad ganadera en el Valle del Cauca, Colombia. *Acta Agronómica*. 65 (4): 406-412.
07. Posadas, E. (2005). Sistema de producción animal. Volumen 2 Bovinos. Edit DSUAEC.
08. Shinde S.; Taneja Vk; Singh, A. (1990). Asociación de variables climáticas y rasgos de producción y reproducción en mestizos. *Indian Journal of Animal Sciences* 1990 Vol.60 No.1 pp.81-85 ref.11
09. Velásquez J.G.; Almansa E.F. (2020). Sistemas pecuarios y aguas tratadas asociadas a la extracción de petróleo. Agrosavia. Villavicencio, Colombia. ISBN: 978-958-5461-65-9.

## Comportamientos Positivos de Cerdos en Crecimiento-Terminación en Sistemas de Cama Profunda y al Aire Libre Durante la Época Fría. Bienestar Animal

Luciana Dichio<sup>1</sup>, Daniel Campagna<sup>1</sup>, Luciano Spinollo<sup>1</sup>, Federico Mijoevich<sup>1</sup>, Diego Somenzini<sup>1</sup>, Patricia Silva<sup>1</sup>, Graciela Cappelletti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento Sistemas de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias. <sup>2</sup>Cátedra de Producción de porcinos y pequeños rumiantes. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario.

[lucianadichio66@gmail.com](mailto:lucianadichio66@gmail.com)

Indistintamente de la especie, tipo de crianza y uso, un animal debe criarse en situaciones de mínimo estrés, dolor y/o temor permitiendo que satisfaga sus necesidades nutricionales, sanitarias, ambientales y sociales (comportamiento natural), y logre el *estado* de bienestar en cada momento o etapa de su vida (SENASA, 2015). Se ha señalado que el bienestar no es simplemente la ausencia de experiencias negativas, sino que es principalmente la presencia de afectos positivos. Eso significa que es mejor garantizar comportamientos alegres y contentos en lugar de centrarse en comportamientos que representan necesidades que deben cumplirse para evitar el sufrimiento. Además, la ausencia de signos de placer o afecto positivo puede ser una indicación por sí sola de un estado de incomodidad afectiva (Boissy *et al.*, 2007). En términos de bienestar animal, los trabajos de distintos autores (Wariss y *et al.*, 1983; Barton-Gade y Blaabjerg, 1989) citados por Getry y *et al.*, (2001), sugieren que los cerdos criados al aire libre se desarrollan más tranquilos y menos susceptibles al estrés. Por otro lado, se cuenta con poca información sobre las consecuencias que tiene el sistema de “cama profunda” sobre el bienestar animal, si se lo compara con los sistemas al aire libre. El objetivo de este trabajo fue evaluar el bienestar animal a través de comportamientos positivos de cerdos en la fase crecimiento-terminación en dos sistemas productivos (“Aire libre” y “Cama profunda”) en la estación fría del año para distintas horas del día. Este trabajo se llevó a cabo en el Módulo de Producción Porcina de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR. Animales de  $28 \pm 4$  kg (machos castrados y hembras sin servicio) de peso vivo, se distribuyeron al azar: al aire libre (AL) (n=36) y cama profunda (CP) (n=35). Los galpones de CP estaban compuestos de piso de tierra con cama de cebada ( $1,4 \text{ m}^2/\text{animal}$ ). En AL los animales se alojaron en un lote de  $80 \text{ m} \times 66 \text{ m}$  con tapiz vegetal y un refugio ( $1,4 \text{ m}^2/\text{animal}$ ) con paja de cebada. Para evaluar el bienestar animal se utilizaron indicadores de comportamientos social del Welfare Quality© (2009): investigando (**I**) y jugando (**J**). **I**: olfatear, husmear, lamer o masticar todas las características del corral y **J**: correr, brincar, pivotar o jugar con la cama sacudiendo la cabeza. Las observaciones se realizaron desde junio a septiembre, dos días por semana en tres horarios distintos (8:30, 11:30 y 16:30 hs). Los datos se analizaron por medio de un test de chi-cuadrado de contingencia utilizando el software estadístico GraphPad Prism. Los resultados muestran que en invierno en horas de la mañana hay más animales “**J**” en CP (8:30hs  $X^2 = 9,019$   $p < 0,0027$ ) (11:30hs  $X^2 = 7,549$   $p < 0,006$ ), en horas de la tarde juegan más al AL ( $X^2 = 5,970$   $p < 0,0146$ ). En cuanto a la cantidad de animales “**J**” entre los horarios dentro de cada tratamiento no se encontraron diferencias significativas en ambos tratamientos con excepción de los horarios de la tarde para el tratamiento AL, donde la cantidad de animales jugando respecto a los horarios de la mañana y mediodía fue significativamente superior ( $X^2 = 24,48$   $p < 0,0001$ ). De los resultados se infiere que en CP hay un número más estable de animales “**J**” durante los tres horarios analizados. La cantidad de animales jugando AL es significativamente más baja que en CP durante las primeras horas del día y al medio día, pero se incrementa significativamente sobre las horas de la tarde superando en cantidad de animales jugando a los de CP donde se invierte las diferencias significativas. En cuanto “**I**” las diferencias son marcadas entre los dos tratamientos. Mayor “**I**” a primeras horas de la mañana (8:30) para los animales AL comparado con los de CP ( $X^2 = 12,19$   $p < 0,0005$ ). Este fenómeno se invierte en horarios del mediodía producto de que disminuyen la cantidad de animales “**I**” de AL y aumentan los “**I**” de CP ( $X^2 = 80,45$   $p < 0,0001$ ). Por la tarde no existen diferencias significativas para “**I**”. Se concluye que en ambos sistemas de manejo los animales tienen conductas positivas, siendo estas de distinta magnitud según el horario. Las cantidades de animales con comportamientos

positivos son más estables en los CP. Las diferencias a favor de los animales AL se deben, en general, a un aumento de estos y no a una disminución en la cantidad de CP. La mayor cantidad de animales en CP con comportamientos positivos (juegan e investigan), si se los compara con los animales AL, nos permite inferir que el sistema de Cama Profunda es una buena alternativa para ofrecer bienestar animal. Por otro lado, el hecho de menores cantidades de animales en comportamientos positivos en horas del mediodía, merece profundizar en el efecto de las temperaturas sobre estas conductas.

Evaluación en Cama Profunda



Evaluación al Aire Libre



### Bibliografía

01. Boissy, A.; Manteuffel, G.; Bak J., Margit, M.; Randi O.; Spruijt, B.; Keeling, L.; Winckler, Ch.; Forkman, B.; Dimitrov, I.; Langbein, J.; Bakken, M.; Veissier, I.; Aubert, A. (2007) Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare (Review). *Physiology & Behavior*, 92 375–397.
02. Gentry, J.G.; Miller, M.F.; Mcglone, J.J. (2001). Sistemas alternativos de producao: influencia sobre o crescimento dos suínos e a qualidade da carne. II conferencia Internacional Virtual sobre Qualidade da Carne Suína. 05 de novembro à 06 de dezembro de 2001.
03. SENASA, 2015. Manual de Bienestar Animal.



## Manejo de recursos zoogenéticos en el banco de germoplasma animal porcino Casco de Mula

Martha Yaned Gutiérrez Ibañez, Sonia Lucía Gutiérrez Parrado, Byron Abdel Hernández Ortiz

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia.

[mygutierrez@agrosavia.co](mailto:mygutierrez@agrosavia.co)

El crecimiento de la población humana en el planeta genera una presión sobre los recursos naturales, requiriendo así, aumentar la producción de alimentos, pero con el desafío de ser eficientes en términos de aprovechamiento de áreas agrícolas, inocuidad, bienestar animal y reducción de la contaminación. (Núñez *et al.*, 2016). En este sentido, es importante el papel que desempeñan los recursos zoogenéticos en la seguridad alimentaria ya que proporcionan la materia prima para la mejora genética y la adaptación a las circunstancias cambiantes (FAO, 2010). El cerdo criollo Casco de Mula forma parte de la diversidad biológica siendo un recurso zoogenético adaptado a la región de la Orinoquía colombiana, se caracteriza por tener la formación de un casco equino (de ahí su nombre), piel negra, pelaje rojo, anca caída, patas fuertes y cortas, se encuentra en peligro de extinción ya que según datos de la FAO la población se estimaba en el año 2000 entre 100 y 1000 individuos. (Oslinger *et al.*, 2006). La corporación colombiana de investigación agropecuaria AGROSAVIA se encarga de conservar y fomentar los recursos zoogenéticos del país y para ello dispone del Sistema de Bancos de Germoplasma de la Nación para la Alimentación y la Agricultura (SBG- NAA) (Ocampo *et al.*, 2010). El banco de germoplasma animal porcino casco de mula (BGAPCM) fue conformado en el año 1995 en el centro de investigación (CI) Carimagua siendo trasladado en el año 2005 al centro de investigación La Libertad en la ciudad de Villavicencio (González *et al.* 2020).

Foto1. Cerdo criollo casco de mula. Fuente: Archivo particular.



El BGAPCM del CI La Libertad de Agrosavia, cuenta con inventario de 141 animales al 31 de marzo de 2020. La distribución del inventario fluctúa durante el año y está determinada por edad y sexo así: Cerdos lactantes son los menores de dos meses, destetos de reemplazo entre dos y cuatro meses, cerdos de reemplazo entre 5 y 7 meses y reproductores son los animales mayores de siete meses para hembras y machos. (Tabla 1).

**Tabla 1.** Distribución porcentual de inventario por familia del BGAPCM de Mula CI La Libertad a 31 de marzo de 2020.

| CATEGORÍA                                 | 1   |      |      | 2    |     | 3   |      | 4    |      | 5   |     |
|---|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|
|   | N   | H    | M    | H    | M   | H   | M    | H    | M    | H   | M   |
| % Cerdos reproductores mayores de 7 meses | 141 | 11,3 | 17,0 | 12,8 | 9,9 | 3,5 | 10,6 | 11,3 | 17,0 | 3,5 | 2,8 |
| Sexo Familia Total %                      | 141 | 11   | 17   | 13   | 9,9 | 3,6 | 11   | 11   | 17   | 3,5 | 2,9 |

En el BGAPCM se llevan a cabo estrategias para mantener la variabilidad genética empleando el esquema de apareamiento circular cíclico, el cual consiste en dividir la piara en familias de acuerdo

con el grado de relación genómica o parentesco existente entre ellos. La selección de machos y hembras para reemplazo se implementa desde el momento del destete, con la preselección por sus características fenotípicas como la conformación de los cascos (sindactilia). Las cerdas preñadas son mantenidas en el lote de hembras gestantes hasta 10 días antes del parto, en verano se permite que las hembras paran al aire libre mientras que en época de invierno se trasladan a corrales individuales de cama profunda por al menos 15 días. Mediante el uso de registros se toman los datos de identificación, fecha de nacimiento, familia, sexo, peso y medidas morfométricas además de incluir una fotografía, para ser almacenadas en el software SuinoWebs, los lechones son tatuados y descolmillados. A los quince días de nacidos se hace la postura de las chapetas de identificación y del Registro Único de Identificación (RUI). En cuanto al manejo sanitario de la piara, no se realiza vacunación ya que el departamento del Meta se encuentra en fase de erradicación de la peste porcina clásica, el control de parásitos internos se realiza usando como vermífugo fenbendazol al 25% a dosis de 1,5 ml por cada 50 kg de peso vivo cada tres meses.

Foto 2. Cerda casco de mula con sus lechones.



Fuente: Archivo particular

En cuanto al manejo zootécnico del banco, el destete se realiza entre los 30 a 60 días de nacimiento, cuando están en su fase de lactancia, permanecen todo el tiempo al aire libre. Al destete se verifican los datos morfométricos y se evalúa la conformación de los cascos. Esta información se almacena y registra en una base de datos. La alimentación de los animales se lleva a cabo mediante suministro de alimento concentrado balanceado comercial; la cantidad y el tipo de alimento varían de acuerdo con la fase en la que se encuentra el cerdo (levante, gestación, lactancia, engorde) permitiendo cubrir los requerimientos básicos nutricionales; se suplementa con especies forrajeras de corte, como las gramíneas Cuba 22 y Clon 51, caña de azúcar Cenicaña 8475 y la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* cv. Veranera y bore tanto en los animales al aire libre como para los cerdos alojados de cama profunda, según disponibilidad de estas. Los animales en pastoreo al aire libre se alimentan con pasturas *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria dictyoneura* y consumen la leguminosa *Arachis pintoi* o maní forrajero. El BGAPCM cumple con la certificación en buenas prácticas ganaderas (BPG) para la producción porcina, dando cumplimiento a la resolución 2640 del instituto colombiano agropecuario ICA por lo cual se cumplen las normas de bioseguridad que protegen el banco contra la introducción y diseminación de agentes patógenos razón por la cual se controla el ingreso de vehículos y personas.

## Bibliografía

01. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura. Roma. <http://www.fao.org/3/a1250s/a1250s.pdf>
02. González, C.; Jiménez, H.R.; Rugeles, L.A, Bejarano, D.H. (2020). Banco de germoplasma animal para la alimentación y la agricultura. Editorial Agrosavia. Disponible en <http://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/157/139/1156-1> (Consulta: 10 marzo 2021).



03. Núñez, R.; Ramírez, R.; Saavedra, L.A.; García, J.G. (2016). La adaptabilidad de los recursos zoogenéticos Criollos, base para enfrentar los desafíos de la producción animal. *Archivos de zootecnia*. 65 (251): 461-468.
04. Ocampo, R.J.; Tobon, J.A.; Martínez, P.Y.; Ramírez, E.J.; Lucer, C.E. (2019). Análisis de diversidad genética en cerdo criollo San Pedreño utilizando datos de pedigrí. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 6 (17): 333-341.
05. Oslinger, A.; Muñoz, J.E.; Álvarez, L.A.; Ariza, F.; N.; Moreno, F.; Posso, A. (2006). Caracterización de cerdos criollos colombianos mediante la técnica molecular RAMs. *Acta agronómica*. 55(4): 45-52.

## Comportamiento reproductivo del cerdo casco de mula en el banco de germoplasma porcino de Agrosavia Colombia

Martha Yaned Gutiérrez Ibañez, Sonia Lucía Gutiérrez Parrado, Byron Abdel Hernández Ortiz

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia.

[mygutierrez@agrosavia.co](mailto:mygutierrez@agrosavia.co)

El cerdo criollo Casco de Mula, es una raza porcina criolla que se adaptó en la región de los llanos orientales de Colombia, proveniente del cerdo ibérico que ingresó a Suramérica en la época de la conquista (Poveda y Moncada, 2000). El Casco de Mula se caracteriza por presentar sindactilia o pezuña fundida semejante al casco de un equino (Oslinger *et al.*, 2006), de ahí el nombre de la raza. Son de tamaño mediano y piel negra, su pelaje se presenta en colores negro, rojo y amarillo, tiene el perfil cóncavo, la cara es mediana, las orejas son grandes, el anca es ligeramente caída y presenta patas cortas (Poveda & Moncada, 2000). En Colombia, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria- AGROSAVIA, es la responsable de la conservación de los recursos zoogenéticos del país. En el centro de investigación (CI) La Libertad se encuentra el banco de germoplasma animal porcino Casco de Mula (BGAPCM).

Dentro de las actividades de conservación de la raza en el BGAPCM se realiza seguimiento de los indicadores productivos de las hembras y sus camadas, los cuales son de gran relevancia en la especie porcina, la cual en comparación con otras especies presenta una elevada tasa de mortalidad neonatal (García *et al.*, 2011) que puede alcanzar hasta el 35%. (Van der Lender y Van Rens, 2003). Debido a la naturaleza prolífica de la cerda los indicadores de viabilidad de las camadas pueden verse afectados, ya que, a mayor número de animales por camada, menor es su peso al nacimiento lo que afecta directamente parámetros como el peso al pre-destete y al destete. (Rendón *et al.*, 2017).

Durante el periodo de febrero de 2019 a marzo de 2020 se registraron indicadores productivos tales como número de lechones promedio al nacimiento, peso al nacimiento, edad al destete, número de lechones promedio al destete, peso de la camada al destete y peso individual al destete. También se empleó información histórica desde el año 2011 para comparar el comportamiento de los indicadores contrastando información productiva de machos versus hembras. Los datos obtenidos fueron procesados mediante estadística descriptiva en el programa ofimático Excel® del paquete de office.

Foto 1. Cerda caso de mula con sus lechones.



Fuente: Guillermo González.

Los resultados indican que si bien, la raza porcina criolla Casco de Mula presenta indicadores reproductivos más bajos comparados con los cerdos comerciales, si son similares a los reportados para las razas porcinas criollas latinoamericanas (Linares *et al.*, 2011). Actualmente en el BGAPCM se adelantan investigaciones con el propósito de mejorar sus índices productivos y reproductivos.

En el periodo comprendido de febrero de 2019 a marzo de 2020, se registraron 87 nacimientos de lechones de 17 hembras (de primer hasta quinto parto). El número promedio de lechones al nacimiento fue de 6.4 con un peso promedio de 1.1 kg, se destetaron a los 55.5 días con un peso

promedio individual al destete de 10.29 kg y un peso de camada al destete de 58.4 kg respectivamente. (Tabla 1).

**Tabla 1.** Indicadores reproductivos y productivos del Banco de Germoplasma Porcino Casco de Mula CI La Libertad periodo febrero 2019 – marzo 2020.

| Indicador                                 | Promedio | Máximo | Mínimo |
|---|----------|--------|--------|
| Número de lechones promedio al nacimiento | 6,4      | 11     | 2      |
| Peso individual al nacimiento kg          | 1,11     | 1,55   | 0,5    |
| Edad destete días                         | 55,5     | 65     | 47     |
| Número de lechones promedio al destete    | 5,7      | 8      | 2      |
| Peso camada al destete kg                 | 58,4     | 102    | 20     |
| Peso individual al destete kg             | 10,29    | 21     | 5      |
| Número de lechones nacidos                |          |        | 87     |

La proporción de nacimientos machos/hembras en el año 2019 registró más nacimientos en machos que en hembras, similar a los resultados obtenidos en los años 2012, 2013, 2014, 2016, 2017 y 2018. Para los indicadores de peso al nacimiento y peso al destete, los machos presentaron mayores valores. Es de anotar que en el año 2017 hubo una eventualidad en el manejo del BGAPCM donde no se programaron montas por lo que solo se registró el nacimiento de 5 animales. (Tabla 2).

**Tabla 2.** Indicadores reproductivos y productivos del Banco de Germoplasma Casco de mula CI La Libertad a diciembre de 2019.

| Indicadores                           | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017 | 2018  | 2019   |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|
| Número de lechones al nacimiento      | 91    | 151   | 76    | 59    | 66    | 136   | 5    | 45    | 89     |
| Relación macho/hembra nacidas         | 44/47 | 84/67 | 39/37 | 35/24 | 25/41 | 77/59 | 3/2  | 26/19 | 49/40  |
| Promedio peso nacimiento macho (gr.)  | 809   | 1200  | 1100  | 1060  | 1120  | 873   | 980  | 1113  | 1117   |
| Promedio peso nacimiento hembra (gr.) | 766   | 1130  | 1000  | 1050  | 1020  | 876   | 1080 | 1197  | 1106   |
| Promedio peso destete machos (kg.)    | 6,1   | 4,6   | 7,1   | 4,9   | 4,22  | 5,07  | 6,85 | 9,24  | 9.583  |
| Promedio peso destete hembras (kg.)   | 5,7   | 4,5   | 6,4   | 4.53  | 4.51  | 4,94  | 7,27 | 8,48  | 11,155 |

## Bibliografía

01. García, J.S.; Herradora, M.A.; Martínez, R.G. (2011). Efecto del número de parto de la cerda, la caseta de parición, el tamaño de la camada y el peso al nacer en las principales causas de mortalidad en lechones. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2 (4): 403-414.
02. Linares, V.; Linares, L.; Mendoza, G. (2011). Caracterización etnozootécnica y potencial carnívor de *Sus scrofa* “cerdo criollo” en Latinoamérica. *Scientia Agropecuaria*. 2 (2011): 97-110.
03. Oslinger, A.; Muñoz, J.E.; Álvarez, L.A.; Ariza, F.; Moreno, F.; Posso, A. (2006). Caracterización de cerdos criollos colombianos mediante la técnica molecular RAMs. *Acta Agronómica*. 55 (4): 45-50.
04. Poveda, H.; Moncada, B.A. (2000). Descripción y evaluación zootécnicas del cerdo Casco de mula y de sus cruces con razas mejoradas. *Revista nacional de zootecnia*, 3 (14): 34-38.
05. Rendón Del Águila, J.U.; Martínez Gamba, R.G.; Herradora, M.A.; Alonso Spilsbury, M. (2017). Efecto del peso al nacer, tamaño de camada y posición en la ubre sobre el crecimiento de cerdos durante la lactancia y engorda. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(1), 75-81.
06. Van Der Lender, T.; Van Rens, B.T.T.M. (2003). Critical periods for foetal mortality in gilts identified by analysing the length distribution of mummified foetuses and frequency of non-fresh stillborn piglets. *Animal Reproduction Science*. 75 (1-2): 141-150.



# Producción Vegetal



VI Jornadas de  
Ciencia y Tecnología  
de la FCA - UNR

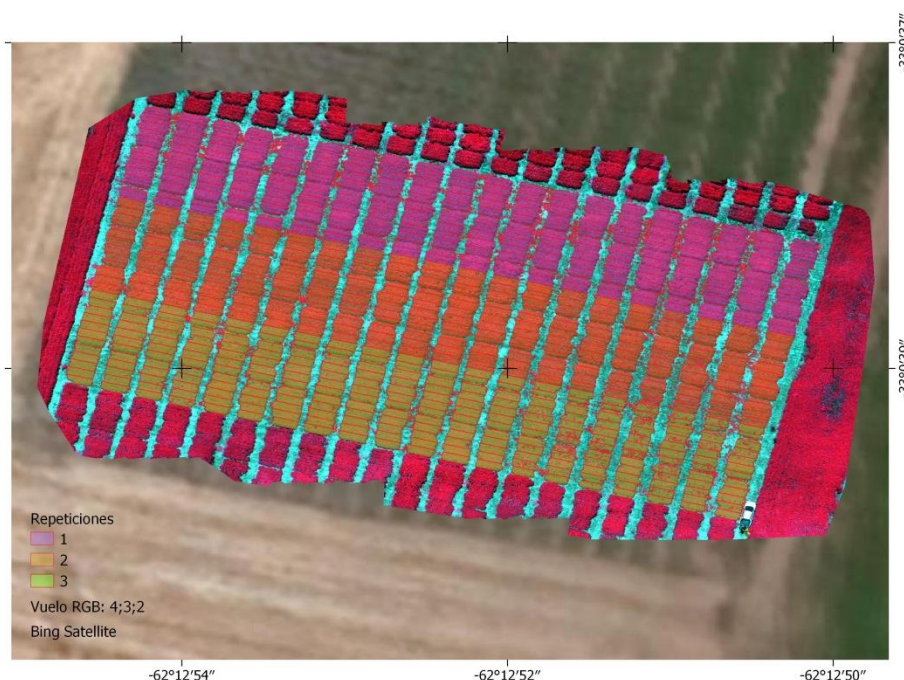
## Comparación de Índices Espectrales Normalizados Captados por Drones en la Discriminación de Rasgos Fenotípicos en Soja (*Glycine max* L. Merr.)

Néstor Di Leo, Agustina Forbice

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

[ndileo@unr.edu.ar](mailto:ndileo@unr.edu.ar)

Desde los albores del sensoramiento remoto digital a fines de la década de los 60s y principios de los 70s, se han desarrollado varios índices de vegetación (IV), a partir de datos recopilados por diversas plataformas de percepción remota, cuyo objetivo era la cuantificación de biomasa, la estimación de rendimientos, la detección de condiciones de estrés causados por factores bióticos o abióticos, entre otros. En tiempos más recientes, el desarrollo y la mayor disponibilidad de vehículos aéreos no tripulados (*drones*), junto con sensores multiespectrales adaptados a estos, ha impulsado su empleo en el fenotipado de plantas, que es la actividad o proceso que tiene por objetivo determinar, analizar o predecir todo o parte del fenotipo de un organismo. Un índice de vegetación representa una combinación o un proceso de filtrado de múltiples conjuntos de datos espectrales, que genera un valor único para cada píxel en una imagen que originalmente posee más de un canal espectral, generado por un modelo matemático y utilizado para desarrollar un rango continuo que resalta determinados aspectos temáticos de interés. El índice de vegetación más utilizado y estudiado es el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI – Rouse et al., 1974), el cual se ha empleado en un sinnúmero de aplicaciones diversas. Básicamente, se basa en el comportamiento espectral diferencial de la vegetación entre los canales infrarrojo cercano y rojo, el cual que resalta la dinámica fotosintética de la vegetación, ya que cuando mayor sea ésta (mayor absorción y por ende menor reflectancia en el rojo), mayor será el NDVI. La simpleza de su formulación matemática, y la normalización de sus resultados (valores en un rango de  $-1$  a  $+1$ ), son ventajas adicionales destacables. Se calcula mediante la fórmula  $[(\text{Infrarrojo cercano} - \text{Rojo})/(\text{Infrarrojo cercano} + \text{Rojo})]$ . Esta estructura matemática ha sido emulada para evaluar otras combinaciones espectrales, que apuntaban a resaltar componentes diversos de la fisiología vegetal. El objetivo de este estudio es evaluar la capacidad discriminante de diversos índices espectrales basados en el NDVI, pero intercambiando la banda espectral que representa idealmente a los procesos fisiológicos que absorben diferencialmente la energía lumínica, es decir el segundo término del numerador y del denominador de la fórmula.

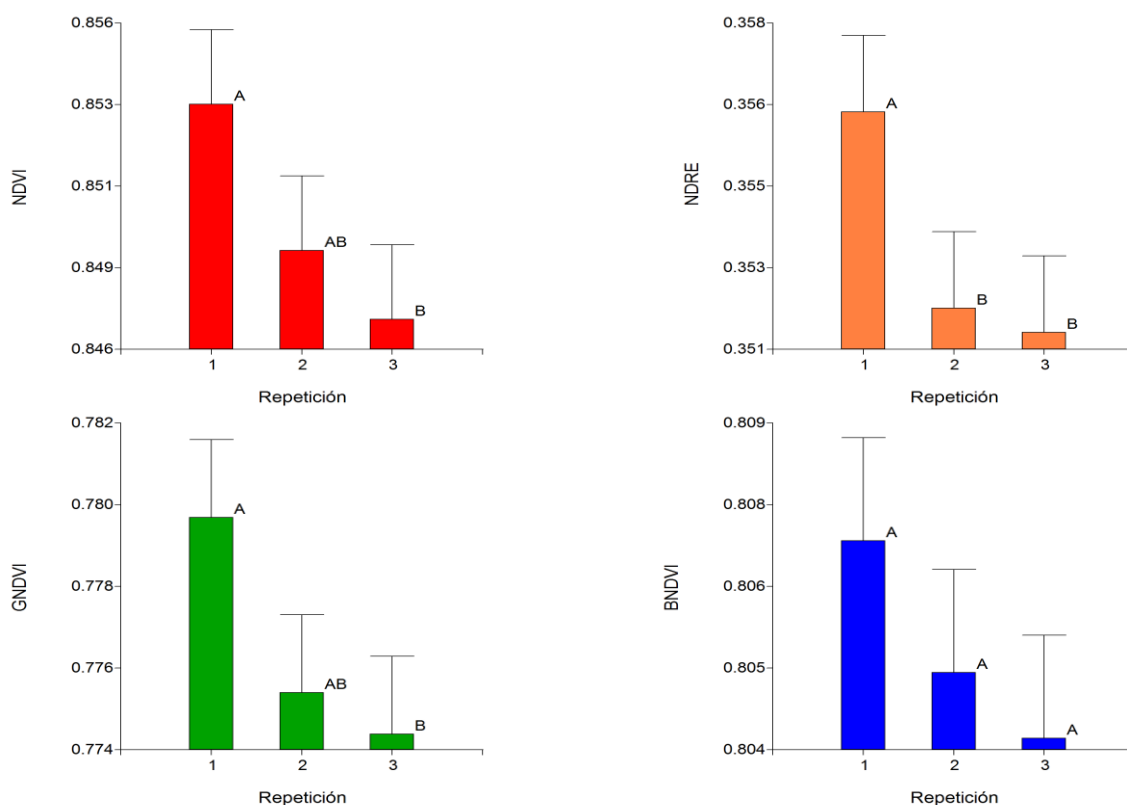


Se empleó un set de datos captados por un *drone* DJI Phantom 4 – MSP (multiespectral, con canales en el azul, verde, rojo, borde rojo e infrarrojo cercano), compuesto por 398 capturas las cuales se realizaron el 5 de febrero de 2021 sobre un área de 4.800 m<sup>2</sup> que integra un ensayo resistencia a enfermedades de cultivares de soja (240 tratamientos con tres repeticiones). Esta área de trabajo se ubica en Inrville, provincia de Córdoba, Argentina (33°00'38''S; 62°12'52''O). El software Pix4D Mapper (Versión 4.6, PIX4d, Suiza) (<https://pix4d.com/>) se utilizó para la generación de fottomosaicos por cada banda espectral, obteniéndose una resolución espacial de 9 milímetros por píxel. Se calcularon los índices NDRE [(*Infrarrojo cercano* – *Borde rojo*)/(*Infrarrojo cercano* + *Borde Rojo*)], GNDVI [(*Infrarrojo cercano* – *Verde*)/(*Infrarrojo cercano* + *Verde*)]; BNDVI [(*Infrarrojo cercano* – *Azul*)/(*Infrarrojo cercano* + *Azul*)], además del mismo NDVI. Mediante el software Infostat se analizaron correlaciones y las varianzas entre repeticiones y tratamientos para cada índice espectral (Test: LSD de Fisher, con Alfa = 0,10).

Bajo las condiciones fisiológicas y fenológicas de la soja en el ensayo relevado (estado fenológico de R4 a R5 en la escala de Fehr y Caviness), los índices analizados presentan medias elevadas y altas correlaciones entre todos ellos. El que menos se correlaciona con los restantes es el NDRE.

| Coeficientes<br>de correlación<br>de Pearson: | NDVI  |  | NDRE |  | GNDVI |  |
|---|-------|--|------|--|-------|--|
|   | NDRE  |  | 0,89 |  |       |  |
|   | GNDVI |  | 0,98 |  | 0,95  |  |
|   | BNDVI |  | 0,97 |  | 0,84  |  |

El análisis de la varianza muestra que ninguno de los cuatro índices espectrales analizados logró detectar diferencias entre más de dos de las tres repeticiones. NDVI y GNDVI separaron la 1ra y la 3ra repetición, mientras que el NDRE diferenció la 1ra de las dos siguientes. A través de BNDVI no se detectaron diferencias en el comportamiento reflectivo promedio de las repeticiones.



Capacidad de los índices de vegetación evaluados en la discriminación de diferencias en las repeticiones. Medias con misma letra no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ )



El análisis de la varianza aplicado a las 240 variedades analizadas indicó que el índice espectral más capaz de detectar diferencias fue el NDRE (47 niveles), GNDVI (46), BNDVI (43) y NDVI (37). Se concluye que es conveniente emplear varias combinaciones de índices de vegetación (no solo el NDVI), según lo permita la resolución espectral de la cámara a bordo del *drone*, ya que el comportamiento reflectivo de los distintos tratamientos podría ser mejor diferenciado con otros.

### **Bibliografía**

01. Rouse, J.W., R.H. Haas, J.A. Scheel, y Deering, D.W. (1974) Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Proceedings, 3rd Earth Resource Technology Satellite (ERTS) Symposium 1, 48–62.

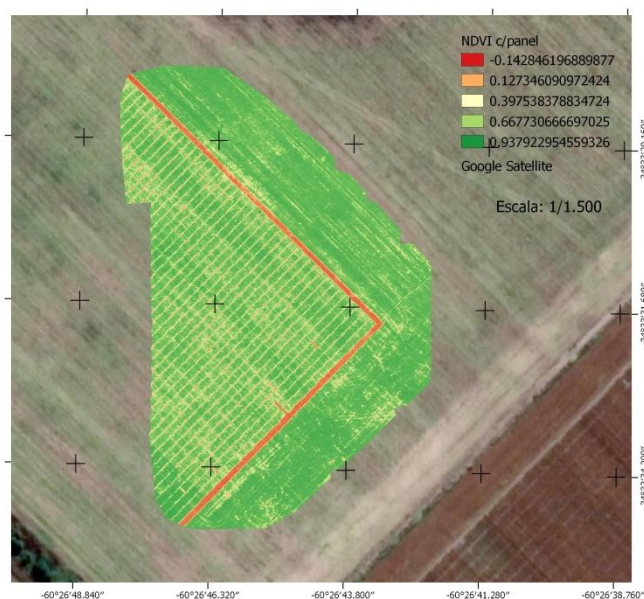
## Evaluación de Rutinas de Geoprocесamiento de Fotogramas Captados por Drones para la Obtención de Fotomosaicos de Índices Espectrales

Néstor Di Leo, Javier Giampaoli

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

[ndileo@unr.edu.ar](mailto:ndileo@unr.edu.ar)

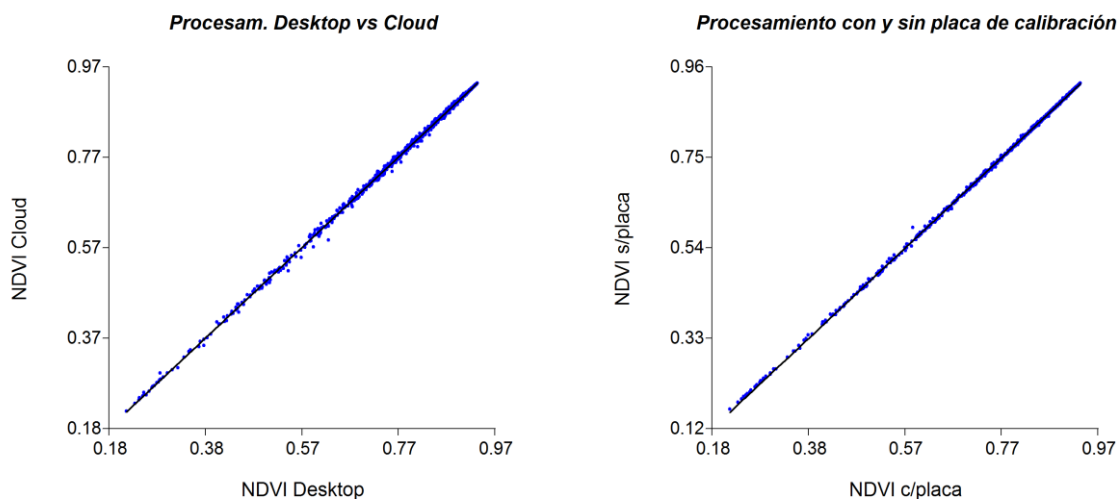
Se entiende por “geoprocесamiento” al marco y/o conjunto de herramientas que permiten procesar datos geográficos junto a otros datos o informaciones relacionadas. Las herramientas de geoprocесamiento sirven para preparar datos en instancias iniciales, realizar análisis espaciales y gestionar la información en entornos de SIG a efectos de dar solución a requerimientos diversos. En el caso del sensoramiento remoto a partir de plataformas aéreas no tripuladas (*drones*), se requiere del empleo de rutinas de geoprocесamiento fotogramétrico de los datos ráster originales (fotogramas) que tienen por objetivo la construcción de mosaicos rectificadas geométrica y radiométricamente (fotomosaicos). A campo, los *drones* a menudo se operan en condiciones de iluminación bastantes variables, incluso dentro de una misma misión de relevamiento, debido a cubiertas nubosas totales o parciales. A pesar de esto, las imágenes deben procesarse con precisión para que las características de interés se puedan interpretar a partir de información geométrica y radiométrica de calidad. Por ende, la calibración radiométrica de los datos es un requisito previo, clave si ésta se emplea en actividades de fenotipado de distintas especies vegetales, ya que la misma determinaría genotipos que se descartan o prosiguen en el programa de mejoramiento. La inclusión de sensores de luminosidad incidente (ILS), asociados a cámaras multispectrales, es un avance importante para la teledetección agrícola, ya que las reflectancias espectrales son necesarias para la determinación precisa de las variables biofísicas de las plantas, como el índice de área foliar y el contenido de clorofila foliar, así como su fenología, comportamiento sanitario, rendimiento, entre otros (Hunt y Stern, 2019). El objetivo de este trabajo es evaluar las similitudes entre las distintas rutinas de geoprocесamiento de fotogramas captados por *drones*, a efectos de reconocer si las diferencias cuantitativas en los fotogramas resultantes podrían implicar variaciones no deseadas en las determinaciones que se realicen a partir de esta información.



Se empleó un set de datos captados por un *drone* DJI Phantom 4 – MSP (multiespectral, con canales en el azul, verde, rojo, borde rojo e infrarrojo cercano), compuesto por 96 capturas realizadas el 5 de enero de 2021 sobre un área de 1,5 hectáreas que integra parcialmente un ensayo de cultivares de soja (*Glycine max* L. Merr.), ubicado en Chacabuco, provincia de Buenos Aires,

Argentina (34°33'33''S; 60°26'47''O). EL software Pix4D Mapper (Versión 4.6, PIX4d, Lausana, Suiza) (<https://pix4d.com/>) se utilizó para la generación de fotomosaicos por cada banda espectral del set de datos empleado. Los geoprocesamientos pueden realizarse en una PC de escritorio, o en la nube de cómputo provista por la misma empresa (Pix4D Cloud). Los pasos clave de la generación de fotomosaicos utilizando Pix4D Mapper comprenden previamente la alineación de las cámaras, georreferenciación, construcción de una nube de puntos densa, generación del modelo digital de superficie, como se informó anteriormente en algunos estudios. Las opciones de calibración radiométrica incluyen la posibilidad de trabajar con los datos sin ninguna calibración (números digitales), reflectancia calculada a partir del ILS, reflectancia calculada a partir del ILS más una placa de calibración en tierra; y esta última con la adición de la corrección por la elevación solar. Para cada uno de estos casos, se calculó en índice verde de diferencia normalizada (NDVI), y se distribuyeron en el área de trabajo más de 3600 puntos de muestreo. Se compararon los NDVI surgidos de las tres últimas rutinas de geoprocesamiento mediante regresiones lineales simples, empleando el software Infostat.

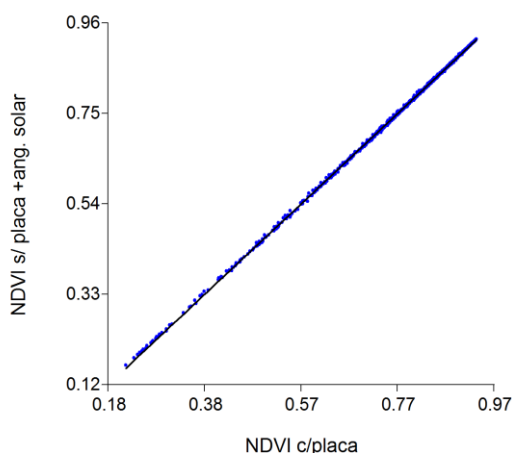
La comparación entre el geoprocesamiento en PC de escritorio con el realizado en la nube muestra una similitud casi total. Las ligeras y no significativas diferencias pueden deberse a corrimientos geométricos leves que no afectan los resultados. Asumiendo la casi total similitud entre ambos, se prosiguió con las comparaciones entre distintas configuraciones de la calibración radiométrica.



| Análisis de regresión lineal:                       |                |                   |         |           |
|---|----------------|-------------------|---------|-----------|
| Variable  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | ECMP    | AIC       |
| NDVI Cloud  | 1.00           | 1.00              | 4.4E-06 | -34337.23 |
| Coeficientes de regresión y estadísticos asociados: |                |                   |         |           |
| Coefficiente  | Est.           | E.E.              | T       | p-valor   |
| Constante   | -2.0E-03       | 3.2E-04           | -6.15   | <0.0001   |
| NDVI Desk.  | 1.00           | 3.7E-04           | 2728.64 | <0.0001   |

| Análisis de regresión lineal                        |                |                   |         |           |
|---|----------------|-------------------|---------|-----------|
| Variable  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | ECMP    | AIC       |
| NDVI s/placa  | 1.00           | 1.00              | 2.0E-06 | -37189.18 |
| Coeficientes de regresión y estadísticos asociados: |                |                   |         |           |
| Coefficiente  | Est.           | E.E.              | T       | p-valor   |
| Constante   | -0.07          | 2.1E-04           | -336.78 | <0.0001   |
| NDVI c/placa  | 1.07           | 2.5E-04           | 4326.89 | <0.0001   |

**Procesam. con y sin placa de calibración + ángulo solar**



**Análisis de regresión lineal:**

| Variable          | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | ECMP    | AIC       |
|-------------------|----------------|-------------------|---------|-----------|
| NDVI s/placa + as | 1.00           | 1.00              | 1.6E-06 | -37991.05 |

**Coefficientes de regresión y estadísticos asociados:**

| Coefficiente | Est.  | E.E.    | T       | p-valor |
|--------------|-------|---------|---------|---------|
| Constante    | -0.07 | 1.9E-04 | -374.80 | <0.0001 |
| NDVI c/placa | 1.07  | 2.2E-04 | 4833.30 | <0.0001 |

No hay similitud total cuando se compara la inclusión de la placa de calibración o no. La regresión muestra una pendiente del 7% y una constante de 7 centésimas (en un rango que va de -1 a 1). Estas cifras pueden generar alteraciones importantes, sobre todo en estudios seriados en donde las condiciones de iluminación no serán equivalentes entre vuelos. La regresión entre el NDVI con placa y sin placa con corrección por ángulo solar generado por el ILS muestra igual comportamiento, ya que para el caso del equipo empleado en este estudio, en los metadatos no se incluyen los datos para adicionar esta corrección.

Se concluye que la exactitud de las medidas espectrales tomadas a partir de fotomosaicos provenientes de *drones* son mejor aseguradas si se combinan las dos instancias de calibración radiométrica: ILS y placa de calibración, ya que el ILS corrige y calibra la iluminancia solar durante el vuelo, mientras que la placa actúa como referencia fija, muy importante cuando se requieren estudios multitemporales con varias fechas de relevamientos aéreos durante el ciclo de los cultivos.

## Bibliografía

01. Hunt, E.R. Jr. y Stern, A.J. (2019). Evaluation of Incident Light Sensors on Unmanned Aircraft for Calculation of Spectral Reflectance. *Remote Sensing*, 11(22):2622.

## Evaluación de materiales de espinaca bajo invernadero en General Pico, La Pampa

Rodolfo Grasso<sup>1,3</sup>, Alberto Muguiro<sup>2,3</sup>, Carlos Pechín<sup>2,3</sup>

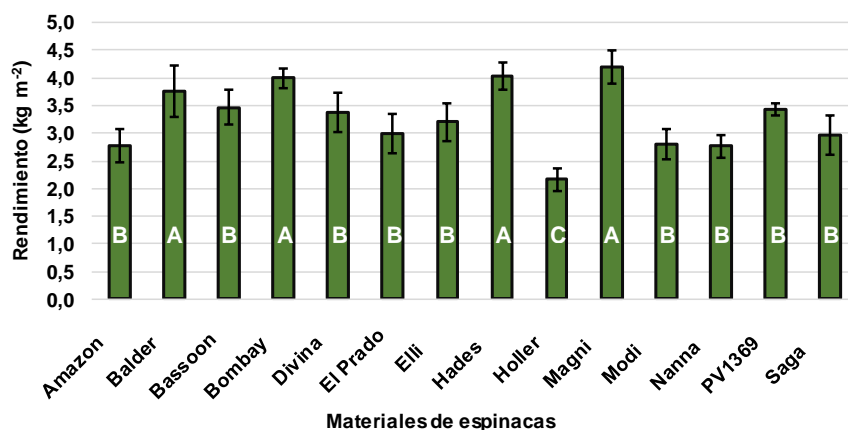
<sup>1</sup>Cátedra de Sistemas de Cultivos Intensivos, Área Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

<sup>2</sup>AER INTA General Pico.

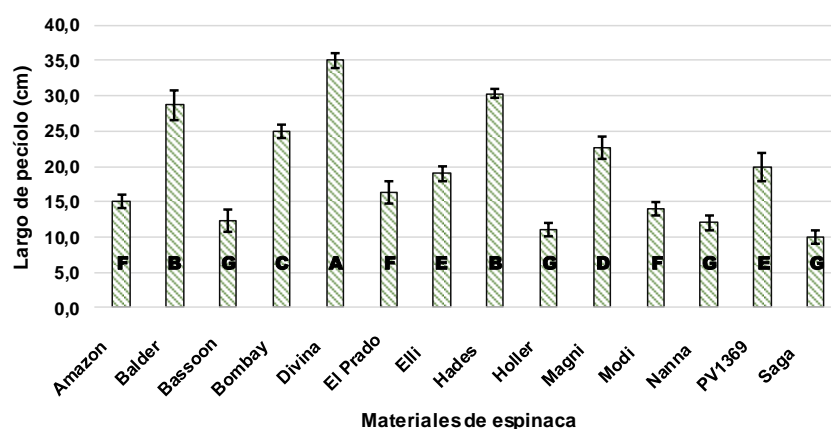
<sup>3</sup>CERET, Área de Producciones Intensivas, La Pampa.

[rgrasso@unr.edu.ar](mailto:rgrasso@unr.edu.ar)

La espinaca (*Spinacia oleracea* L.) es un cultivo de otoño-invierno-primavera, que se puede producir al aire libre y en invernadero según las condiciones climáticas de cada región. Este cultivo pertenece al grupo de las hortalizas frescas, aporta fibras, vitaminas, minerales e hidratos de carbono y forma parte de una alimentación equilibrada (Doñate *et al.*, 2018). Según el Censo Nacional Agropecuario del 2002 en Argentina se cultivan unas 1.853 ha anuales donde 1.654 ha son a campo y 199 ha bajo invernadero. El documento de Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario del gobierno de La Pampa plantea que en esta provincia la demanda en calidad y cantidad de hortalizas está insatisfecha; la producción local no supera el 5% del consumo provincial, pero la producción de hortalizas de hojas bajo invernadero está en incremento. Según el Censo 2014 las especies más cultivadas son lechuga (5,5 ha), acelga (2,3 ha) y rúcula (0,5 ha), donde la espinaca aparece con 0,1 ha en décimo quinto lugar. Las investigaciones orientadas a la búsqueda de otras especies o alternativas productivas, permitiendo una mejora de la rentabilidad de las explotaciones, son de suma importancia. Sin embargo, la información sobre materiales y comportamiento en este sistema productivo es escasa y por ello el Centro Regional de Estudios Tecnológicos (CERET) junto al INTA están investigando la productividad de la espinaca. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico de 14 materiales de espinacas de diferentes empresas: Balder, Elli, Magni, Saga, Modi, Nanna, Holler (AdvanSeed-GGCh); Divina, Hades, El Prado (Daehnfeldt-GGCh); Bassoon, PV1369, Amazon (Pop Vriend Seed-Semillas Emilio) y Bombay (Takii). El ensayo se llevó a cabo en el Área de Producciones Intensivas del CERET, en General Pico, La Pampa. Se utilizó un invernadero construido con hierro galvanizado y cubierto con polietileno de 150 micrones LDT. Se sistematizó en platabandas con cuatro hileras de cultivo en densidad de 53 pl.m<sup>-2</sup> y dos cintas de riego por goteo con distancias entre emisores de 20 centímetros. La siembra de asiento se realizó el 2/06/20 y la cosecha el 26/08/20 (Imagen 1). El diseño del experimento fue totalmente aleatorizado, con tres repeticiones de 4,66 m<sup>2</sup> por material evaluado. Las variables analizadas fueron rendimiento en kg.m<sup>-2</sup> y largo del pecíolo en cm. Luego de verificar la normalidad de los datos, se realizó un ANAVA y test DGC para la comparación de los valores medios (Di Rienzo *et al.*, 2016). En rendimiento los materiales Magni (4,20 kg.m<sup>-2</sup>), Hades (4,03 kg.m<sup>-2</sup>), Bombay (4,00 kg.m<sup>-2</sup>) y Balder (3,77 kg.m<sup>-2</sup>) presentaron los mejores resultados con diferencias altamente significativas (Gráfico 1). En lo que corresponde a largo de pecíolo el material Amazon (35 cm) se diferenció del resto de los materiales en forma significativa (Gráfico 2). Este tipo de trabajos ofrece a los productores conocer los materiales que mejor se adaptan a su región desde el punto de vista del rendimiento y seleccionar por el largo de pecíolo aquellos que le permite confeccionar el atado ideal para su comercialización en el mercado fresco.



**Gráfico 1.** Rendimientos (kg.m<sup>-2</sup>) medios de las tres repeticiones, desvío estándar y significancia estadística de cada material evaluado. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )



**Gráfico 2.** Largo de pecíolos (cm) medios de las tres repeticiones, desvío estándar y significancia estadística media de las tres repeticiones de cada material evaluado. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )



**Imagen 1:** Invernadero de 9 m de ancho por 50 m de largo donde se realizó el ensayo de espinacas, en el día de la cosecha

### Bibliografía

01. Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. (2016). InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>
02. Doñate, M.T.; Rodríguez, R.A.; Sidoti Hartmann, B. (2018). Efecto de diferentes enmiendas orgánicas sobre el rendimiento, valor nutricional y calidad higiénico-sanitaria en espinaca (*Spinacia oleracea* L.) Horticultura Argentina 37(92): 21-33.
03. INDEC (2002). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Censo Nacional Agropecuario. [http://www.indec.gob.ar/index\\_agropecuario.asp](http://www.indec.gob.ar/index_agropecuario.asp) [consulta: marzo 2021].
04. Ministerio de Agroindustria, Presidencia de la Nación: Unidad para el Cambio Rural-Servir al Agro. (2019). E.P.S.A. Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario. La Pampa. 151 p.



## Efecto de la aplicación de ácido giberélico en el cultivo de alcaucil cv Gurí sobre la calidad del capítulo.

Rodolfo Grasso<sup>1</sup>, Rosana Rotondo<sup>1</sup>, Mauricio Ortiz Mackinson<sup>1</sup>, David Balaban<sup>1</sup>, Gustavo Rodríguez<sup>2</sup>, Andrea Escalante<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Cultivos Intensivos, Área Horticultura

<sup>2</sup>Cátedra de Genética. Universidad Nacional de Rosario. CC 14 (S2125ZAA) Zavalla, Santa Fe, Argentina

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. CONICET-UNR. Suipacha 531 (S2002LRK) Rosario, Santa Fe, Argentina.

[rgrasso@unr.edu.ar](mailto:rgrasso@unr.edu.ar)

En el cultivo del alcaucil (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.) se aplica ácido giberélico (AG<sub>3</sub>), hormona vegetal involucrada en la regulación del crecimiento y el control de la inducción de la floración, con el propósito de lograr precocidad del cultivo y mejorar la productividad (Miguel *et al.*, 2001; García, 2006; García *et al.*, 2010, 2015). Sin embargo, no hay claras evidencias de su efecto sobre los parámetros de calidad como el pardeamiento y la textura en la parte comestible denominada capítulo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de AG<sub>3</sub> en plantas de alcaucil, sobre variables estructurales y el pardeamiento del fondo, en capítulos de la cultivar Gurí creado en la Facultad de Ciencias Agrarias, UNR. El ensayo se realizó en la Sección de Horticultura de la Facultad de Ciencias Agrarias, Campo Experimental J. Villarino, Zavalla (33°01'S; 60°53'O) en un lote que constaba de 240 plantas. Los tratamientos fueron: T<sub>3</sub>) Tres aplicaciones de AG<sub>3</sub> por planta: 30 ml de solución de concentración 50 ppm el 31/05/2017 y el 14/06/2017, más 30 ml de solución de concentración 60 ppm el 29/06/2017; T<sub>2</sub>) Dos aplicaciones en las dos primeras fechas mencionadas anteriormente; T<sub>1</sub>) una aplicación en la primera fecha y T<sub>0</sub>) Testigo sin aplicación de AG<sub>3</sub>. Las variables estructurales medidas fueron materia seca y fibra en las brácteas internas (BI) y el fondo (F), en capítulos del primer y segundo orden, y el pardeamiento del fondo en capítulos del primer al cuarto orden. La materia seca del fondo se determinó secando las muestras de material fresco en estufa (60 °C) hasta peso constante. Para determinar el contenido de fibra insoluble total en BI y F, se utilizó el método de separación mecánica de elementos fibrosos de Kramer y Twing (1973). Los resultados de ambas variables se expresaron en porcentaje respecto al peso fresco de la muestra analizada. Para obtener el pardeamiento del fondo, se utilizó una mitad del capítulo, en el cual se midió la luminosidad (L\*) en el momento inicial y a los 10 minutos del corte, que fue realizado con cuchillo de cerámica en su eje ecuatorial. Se utilizó la escala CIELab (Westland, 2001) mediante colorímetro Chromameter CR300, obteniendo el valor promedio de 3 disparos realizados en el centro y en ambos extremos del fondo, en los dos momentos de medición mencionados anteriormente. El delta L\*, toma valores negativos conforme a que el tejido se va oscureciendo luego del corte. Verificada la normalidad de los datos, se realizó un ANAVA y test DGC para la comparación de los valores medios (Di Rienzo *et al.*, 2016). Para pardeamiento del fondo se encontraron diferencias entre tratamientos (p<0,05) en los capítulos de segundo y tercer orden, donde T<sub>3</sub> presentó el menor valor. No se hallaron diferencias estadísticas entre tratamientos para las variables fibra y materia seca tanto en brácteas internas como en fondos. Se concluye que el manejo agronómico con aplicación de AG<sub>3</sub> en el cultivar Gurí, no tuvo influencia en las variables estructurales de la parte comestible, importante debido a que permitió mantener el mismo nivel de fibra de los capítulos en los diferentes ordenes de cosecha. En cambio, si modificó el pardeamiento del fondo luego de ser cortado, aspecto positivo a tener en cuenta en la calidad del alcaucil en el procesado tanto en fresco como industrializado.



**Imagen 1.** Cosecha de alcaucil cv Gurí con aplicación de AG<sub>3</sub>, T<sub>3</sub>

### **Bibliografía**

01. García, S.M.; Cravero, V.P.; Lópea Anido, F.; Cointy, E. (2015). Globe artichoke cultivation in Argentina. *Chronica Horticulturae* vol. 55, n° 2, 15-20. ISSN: 0578-039X.
02. García, S.M.; Firpo, I.T.; López Anido, F.S.; Cravero, V.P.; Rotondo, R.; Cointy, E.L. (2010). Incidencia del ácido giberélico sobre caracteres productivos en alcaucil. *Revista Ciencias Agronómicas*. Facultad de Ciencias Agrarias. UNR. N° XVI Año 10-2010: 007-011. ISSN 1853-4333.
03. Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. 2016. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
04. García, S.M. (2006). Estrategias alternativas para incrementar la producción y precocidad en el cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus* L.). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. 173 p.
05. Kramer, A. y Twig, B. (1973). *Quality control for the food industry*. Ed. The Avi Publishing Company, INC. Westport Connecticut. (U: S: A)
06. Miguel, A.; Baixauli, C.; García, M.J. y Maroto, J.V. (2001). Producción de alcachofa multiplicada por semilla. Influencia de distintos cultivares, ciclos y tratamientos con ácido giberélico. IV Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. p.495.

## Higiene y Seguridad laboral: riesgos en la producción de flores de corte en dos localidades de Argentina

Marta Panelo<sup>1,2</sup>, Mauricio Ortiz Mackinson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias

<sup>2</sup>Consejo de Investigaciones, Universidad Nacional de Rosario

[mpanelo@unr.edu.ar](mailto:mpanelo@unr.edu.ar)

La Floricultura comprende la producción de árboles y arbustos, plantas ornamentales de interior, plantines florales de exteriores y flores de corte. El sector enfrenta problemas de infraestructura, tecnológicos, comerciales, sociales que atentan contra su expansión. Aún así, se estima que a nivel país la actividad genera 30000 puestos de trabajo directos e indirectos. En la producción de flores de corte predominan crisantemo, clavel, rosa, lirio, gerbera, fresia, gypsófila, entre otras. La comercialización de las diversas especies se destina mayormente a mercado interno y sólo entre un 0,4% a 0,5% se exporta (Cieza, 2014; Fernández, 2008). Debido a la necesidad de obtención de mano de obra y acceso a los mercados, estos sistemas se ubican próximos a centros urbanos. Las tareas habituales que realizan los operarios comprenden la preparación del terreno, la implantación de las diferentes especies, su manejo, cosecha y acondicionamiento para la comercialización. También implican el armado y reparación de estructuras de protección de menor o mayor complejidad y su manejo diario según requerimientos de los distintos cultivos y de las condiciones climáticas. Todas las tareas tienen alternancia o rotación durante las jornadas laborales, y es común, en determinados momentos, la urgencia de realización de algunas de ellas atendiendo a las metas de producción, pero complicando la organización y coordinación internas para ejecutarlas en forma correcta y segura. Dado que en el país se ha trabajado poco en el estudio, capacitación y control para prevenir riesgos laborales en estos sistemas, se planteó como objetivo caracterizar las situaciones de riesgo que pueden afectar a los trabajadores en sistemas de producción de flores de corte (Quevedo Aguado y Bernaola Alonso, 2014; Prevencionar Colombia, 2017). Tomando como modelo estudios previos realizados en viveros, por el mismo grupo de investigadores, se trabajó con encuestas y entrevistas dirigidas a operarios (N=52), que desarrollan tareas en estos sistemas florícolas de las zonas de Escobar y La Plata – Pcia. de Buenos Aires. Se elaboró un análisis descriptivo de los datos recolectados en base a la frecuencia de respuestas brindadas por los entrevistados/encuestados para cada ítem consultado. Así, se detectaron riesgos tanto *in itinere* como *in situ o in labore*. En el primer caso los riesgos se refieren a situaciones de inseguridad relacionadas con los medios de traslado, las distancias a recorrer, los caminos o vías de acceso a utilizar, el tráfico y últimamente los hechos de inseguridad por comisión de delitos varios. El 100% de los entrevistados/encuestados, reconocieron haber tenido problemas en su traslado desde el hogar al lugar de trabajo y viceversa. Los riesgos en el segundo caso, se agruparon en: **físicos** (heridas lacerantes y abrasiones 100%; golpes 83%); **ergonómicos** (posiciones de trabajo incorrectas y/o reiteradas 100%; movimiento y transporte manual de cargas voluminosas y/o pesadas 100%); **climáticos** (radiación solar 100%; temperaturas extremas 80%; humedad ambiente 80%; vientos 40%); **químicos** (manejo de fertilizantes y productos fitosanitarios 60%; otras sustancias contaminantes como abonos orgánicos, combustibles, productos de limpieza 40%; exposición a emanaciones gaseosas de maquinarias y equipos 40%); **biológicos** (por presencia de: animales domésticos o no 100%; de plagas como roedores y palomas 100%; otros como arañas, hormigas, avispas, mosquitos, etc. 86%; plantas propias de la producción y malezas con sustancias alergénicas 70%); **mecánicos** (partes móviles de maquinarias y equipos, uso inadecuado de los mismos 40%; falta de mantenimiento de éstos 45%; herramientas manuales por diseño, falta de mantenimiento/desgaste o uso inadecuado 90%); **estructurales** (construcción y reparación de estructuras de protección para cultivos 70%; instalaciones de trabajo mal ubicadas y deficiente

50%; instalaciones sanitarias deficientes 85%; acceso limitado a agua potable para bebida e higiene personal 60%); **psicosociales** (estabilidad laboral 70%; jornada de trabajo 60%; modalidad de contratación y remuneración 70%; diversidad de tareas y ritmo de trabajo 100%). Los riesgos físicos incluyen heridas por uso de elementos punzo cortantes, como cuchillos, rastrillos, azadas, palas, etc.; también son comunes las abrasiones por roce con diferentes elementos de trabajo, y los golpes generados por movimientos bruscos y por caídas. Los riesgos ergonómicos se refieren principalmente a problemas generados por posturas de trabajo tanto incorrectas como reiteradas en el tiempo, por ejemplo trabajos con el cuerpo en cuclillas, arrodillado, inclinado que repercuten sobre las extremidades y la columna vertebral. Se suman los movimientos continuos y el transporte de cargas a distancias variables, voluminosas, pesadas, ejemplo: material cosechado, envases, etc. Las condiciones climáticas afectan a los operarios tanto si trabajan al aire libre como si desarrollan tareas bajo las diferentes estructuras de protección que se suelen usar en estos sistemas productivos (invernaderos, túneles altos, umbráculos o sombreaderos, entre otros). En la manipulación de sustancias químicas no sólo deben incluirse el manejo de fitosanitarios, sino también los fertilizantes y otras sustancias variadas que se encuentran en los establecimientos y que, por lo general, no se las considera riesgosas y se manejan sin los recaudos de protección personal adecuados. Especial atención merecen los riesgos biológicos que representan la presencia de animales, ácaros e insectos, tanto en los galpones y lotes de producción como en cualquier otro lugar de circulación o estadía de los operarios (galpones, zonas de descanso, baños, etc.). Por otro lado tanto las plantas de cultivo como las consideradas malezas, su polen u órganos, pueden tener sustancias que afecten a los operarios, más si estos son alérgicos, lo que debería obligar a utilizar elementos de protección personal y/o asignarles a esos operarios a otras tareas. Los riesgos estructurales se refieren a los relacionados con instalaciones propias para la producción (invernaderos, galpones de empaque, etc.), así como las de permanencia y uso por parte del personal, especialmente baños, donde las condiciones de higiene son muy cuestionables y más aún si se le suma el suministro de agua no potable tanto sea para beber como para la higiene personal. Los riesgos psicosociales no se visibilizan fácilmente, sin embargo, la diversidad de tareas a realizar y el ritmo de trabajo diario al que están sometidos los operarios, con o sin capacitación para realizarlas en forma rápida y correcta, repercute sobre éstos no sólo por la extensión habitual de la jornada de trabajo, sino también porque puede verse afectada la continuidad de su trabajo en el sistema. La estabilidad laboral también se ve afectada por las distintas modalidades de contratación y las remuneraciones percibidas por los trabajadores. Si bien deben profundizarse estos estudios, en cada sistema productivo, una vez identificado y analizado cada riesgo, deben implementarse medidas correctivas y preventivas, así como de control continuo, basadas no sólo en aspectos técnicos, sino también humanos, instalando hábitos y prácticas seguras en los lugares de trabajo. Los riesgos no sólo afectan a los operarios, sino que también inciden sobre la economía de los sistemas, por lo cual la capacitación continua de todos los actores es ineludible.

### Bibliografía

01. Cieza, R.I. (2014) Caracterización de la producción Florícola en el partido de LaPlata. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 113 (1), 28-37.
02. Fernández, R. (2008) Caracterización de la producción florícola argentina. Su vinculación con la generación y transferencia de tecnología. *I Simposio Iberoamericano, IV Jornadas Ibéricas de Horticultura Ornamental, Octubre 2008, Pontevedra*. España, (Acta 52), 42-47.
03. Quevedo Aguado, L.; Bernaola Alonso, M. (2014). La Floricultura y sus riesgos. *Revista Seguridad y Salud en el Trabajo, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), Madrid, España*, (80), 38-55.
04. Prevencionar Colombia. Colectivos específicos (2017). La Floricultura y sus riesgos. 2 p. Disponible en: <http://prevencionar.com.co/2017/11/24/la-floricultura-y-sus-riegos/htm> [consulta noviembre 2020]



## Efecto de bioinsumos de origen vegetal y microbiano en el crecimiento y producción del cultivo de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.)

Andrea Villalba<sup>1</sup>, José Araujo<sup>1</sup>, Stefania Venegas Tarancón<sup>1,2</sup>, Marta Krautmann<sup>1</sup>, María Paula Filippone<sup>1,2</sup>, Alicia Mamani de Marchese<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán (FAZ-UNT). Florentino Ameghino S/N, El Manantial (T4104AUD), Tucumán, Argentina

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

[andreadaiana123@gmail.com](mailto:andreadaiana123@gmail.com)

Los bioinsumos son, en la actualidad, una herramienta clave en la transición hacia sistemas productivos resilientes, diseñados para controlar plagas y enfermedades sin dañar los recursos ambientales. Ante este desafío y sumado a que cada vez más los consumidores demandan alimentos de calidad y seguros, lo cual implica disminuir el uso de agroquímicos de síntesis, la investigación y desarrollo de bioinsumos ha tenido un fuerte crecimiento en los últimos años en Argentina y en el mundo (Díaz, 2020). Es por ello que, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de dos bioinsumos, uno de origen vegetal y otro microbiano y sus combinaciones, en el cultivo de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.). Pedraza *et al.* (2010) demostraron el efecto de una cepa local (REC3) de *Azospirillum brasilense* (Az), en la promoción del crecimiento en el cultivo de frutilla. Por otro lado, en nuestro laboratorio se diseñó y caracterizó un extracto de hojas de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.) denominado EAF (Di Peto, 2017), enriquecido en dos compuestos fenólicos extensamente caracterizados (los taninos HeT y HgT), con propiedades antimicrobianas e inductoras de la defensa vegetal en distintos cultivos (Filippone *et al.*, 1999; Mamani *et al.*, 2012). Se utilizaron plantines de frutilla, var. San Andreas en condiciones de invernadero que se sometieron a los siguientes tratamientos: T1-Control agua; T2-Fertilizante comercial; T3-Az; T4-EAF 10 mg PF ml<sup>-1</sup>; T5-EAF 1 mg PF ml<sup>-1</sup>; T6-Az + EAF 10 mg PF ml<sup>-1</sup>; T7-Az + EAF 1 mg PF ml<sup>-1</sup>. La aplicación del EAF se realizó por rociado foliar desde el momento de brotación y cada 15 días, hasta el final del ensayo. La aplicación de Az se realizó por rociado al suelo al momento del trasplante y a los 15 días posteriores. Los plantines de frutilla se colocaron en macetas de polietileno de 1l de capacidad conteniendo una mezcla de tierra: arena: sustrato: perlome (2:1:1:1) y se mantuvieron en condiciones de invernadero. Se utilizaron 10 plantas por tratamiento, y cada tratamiento se realizó por triplicado. Se evaluaron las siguientes variables: longitud y ancho de folíolos, longitud de peciolo y altura de planta, n° de hojas, n° y peso de frutos. A los 150 días, las plantas fueron descalzadas y lavadas para eliminar el sustrato de las raíces y secadas al aire libre para realizar las siguientes determinaciones: peso fresco total (PFT), peso fresco aéreo (PFA), peso fresco radicular (PFR), longitud radicular (LR), longitud aérea (LA), longitud total (LT), área foliar (AF), diámetro de corona, peso seco aéreo (PSA), peso seco radicular (PSR) y peso seco total (PST). Para la determinación del peso seco se tomaron 6 plantas al azar de cada tratamiento y se secaron en estufa a 50 °C hasta peso constante. Los valores de peso se tomaron con una balanza electrónica LEXUS (0,0001 de precisión). El análisis estadístico se efectuó con el paquete Infostat (2015) utilizando modelos lineales generales y mixtos con prueba DGC de comparación de medias con un nivel de significación de 0,05.

Las plantas tratadas con EAF 1 mg PF ml<sup>-1</sup> alcanzaron la mayor media estadística en longitud y ancho de folíolo, longitud de peciolo, n° de hojas, AF, PFT y PFA con diferencias significativas con respecto al control agua y valores similares a los del control fertilizante. El tratamiento Az se destacó en PFR, cuyos valores fueron mayores al control fertilizante. El resto de las variables analizadas, no mostraron diferencias significativas con respecto al control agua. En referencia al peso seco, ninguno de los tratamientos mostró diferencias significativas con el control agua. Con respecto a los resultados obtenidos en la producción de órganos cosechables, se realizó la sumatoria del n° y peso de frutos recolectados por tratamiento, y se observó que los tratamientos Az y EAF 1 mg PF ml<sup>-1</sup> fueron los más efectivos. El tratamiento Az alcanzó un total de 56 frutos con un peso

acumulado de 205,98 g y EAF 1 mg PF ml<sup>-1</sup> un total de 54 frutos con un peso acumulado de 193,77 g mostrando diferencia significativa con el control fertilizante, con un total de 37 frutos y un peso acumulado de 149,22 g, y con el control agua, con un total de 31 frutos y un peso acumulado de 94,96 g. De los siete tratamientos realizados, los mejores valores se obtuvieron con Az y con EAF 1 mg PFml<sup>-1</sup> en las variables evaluadas, destacándose la producción de frutos, PFT y PFR. Aunque ambos bioinsumos aplicados por separado han demostrado ser efectivos y que estudios previos (Guerrero-Molina *et al*, 2015; Mamani *et al*, 2012) comprobaron que inducen respuestas fisiológicas, moleculares y estructurales en las plantas de frutilla, en la aplicación conjunta no pudo observarse un efecto positivo ni en el crecimiento de la planta ni en la producción, por lo que se podría pensar que ocurre una asociación antagónica. Para evaluar si esto pudiera ser debido a un efecto en el *timing*, se prevé realizar aplicaciones desfasadas en el tiempo.

Se concluye que los bioinsumos utilizados en este trabajo mostraron ser efectivos para promover el crecimiento y la producción en el cultivo de frutilla. Si se considera que el EAF es un bioinsumo obtenido de forma sencilla y con un bajo costo, podría ser útil para los pequeños productores y para disminuir el uso de agroquímicos.

### Bibliografía

01. Di Peto, P.; Filippone, M.P.; Mamani, A. (2017). Desarrollo de estrategias de biocontrol para un manejo fitosanitario sustentable de cultivos de importancia regional, Tesis doctoral.
02. Diaz, F. (2020). Buenas Prácticas Agrícolas: ¿Por qué los bioinsumos son clave para la producción sustentable? Runrun comunica. URL <https://www.engormix.com/MA-agricultura/noticias/buenas-practicas-agricolas-por-t26258/p0.htm> [Acceso: 25 de marzo de 2021]
03. Di Rienzo, J.A.; Cassanoves, F.; Bazarini, M.G.; Tablada, M.; Robledo, C.W (2015). InfoStat. Versión estudiantil. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
04. Filippone, Mp; Diaz, Ricci Jc; Mamani De Marchese, A; Farias, Rn; Castagnaro, Ap. (1999). Isolation and purification of a 316 Da preformed compound from strawberry (*Fragaria ananassa*) leaves active against plant pathogens. FEBS Letters 459, 115-118
05. Guerrero-Molina, M. F.; Lovaisa, N. C.; Salazar, S. M.; Martinez-Zamora, M. G.; Diaz Ricci, J. C.; Pedraza, R. O. (2015). Physiological, structural and molecular traits activated in strawberry plants after inoculation with the plant growthpromoting bacterium *Azospirillum brasilense* REC3. Plant Biology (17) 766–773
06. Mamani, A.; Filippone, Mp.; Grellet, C.; Welin, B.; Castagnaro, A.; Diaz Ricci, J.C. (2012) Pathogen-Induced Accumulation of an Ellagitannin elicits plant defense response. The American Phytopathological Society e-Xtra vol.25, No 11, pp.1430-1439. <http://dx.doi.org/10.1094/MPMI-12-11-0306>
07. Pedraza, R.O.; Motok, J.; Salazar, S.M.; Ragout, A.L.; Mentel, M.I.; Tortora, M.L.; Guerrero-Molina, M.F.; Winik, B.C.; Diaz-Ricci, J.C. (2010) Growth-promotion of strawberry plants inoculated with *Azospirillum brasilense*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 26, 265–272



## Evaluación del efecto de la aplicación en el suelo de bioestimulantes en los primeros estadios fenológicos de soja

Joel Spinozzi<sup>1</sup>, José Berardi<sup>1</sup>, Fabio Prats<sup>2</sup>, Sergio Montico<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Manejo de Tierras, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

<sup>2</sup>Amauta Agro. <sup>3</sup>IICAR-CONICET.

[joelspinozzi@gmail.com](mailto:joelspinozzi@gmail.com)

En las últimas décadas, el cultivo de soja (*Glycine max*) fue ampliamente utilizado en los sistemas de producción de Argentina. Las tecnologías aplicadas al cultivo, permitieron expandir las fronteras incluso en ambientes no tan favorables. La utilización de bioestimulantes, ha demostrado potencial para modificar la fisiología de las plantas, promover su crecimiento y mejorar su respuesta al estrés (Amador et al., 2018). Pueden tener efecto como estimulante del crecimiento del cultivo o mejorar la absorción de un nutriente determinado, y aumentar el rendimiento en condiciones de estrés (Barrios et al., 2014). El objetivo de este trabajo exploratorio es evaluar en el final del estadio vegetativo e inicios del reproductivo del cultivo de soja, el efecto de la fertilización química con y sin aplicación de aminoácidos, ácidos húmicos y su combinación. El experimento se realizó en el Campo Experimental Villarino de la UNR (33°02'25.54"S; 60°52'59.39"O) en un suelo Argiudol vértico (horizonte superficial 0-20 cm: arcilla 25,1%; arena 2,4 %; limo 73,5%), con rastrojo de maíz. La siembra se efectuó el 9 de noviembre de 2020 con una variedad de soja DM 4615 STS en siembra directa. Previo a la misma, se extrajeron muestras de suelo y se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: materia orgánica (%), nitrógeno total (%), conductividad eléctrica (relación 1:2,5) (us/cm), sulfatos (ppm), fósforo asimilable (ppm) y pH (relación 1:2,5). El fertilizante se aplicó con la sembradora y los bioestimulantes a chorrillo en la línea de siembra. Los tratamientos evaluados fueron: Testigo sin fertilizantes (T); Fosfato monoamónico (11.52.0) (MAP); MAP + Aminoácidos (Exp Superbia 2 kg.ha<sup>-1</sup>) (MAP-A); MAP + Ácidos húmicos (Exp Efi Soil Renovation 10 kg.ha<sup>-1</sup>) (MAP-AH); MAP + Aminoácidos + Ácidos húmicos (Exp Superbia 2 kg.ha<sup>-1</sup> + Exp Efi Soil Renovation 10 kg.ha<sup>-1</sup>) (MAP-AAH). A los 36 días después de la emergencia (DDE), en el estrato 0-20 cm se midió respirometría mediante la técnica de Alef (1995). En el mismo espesor de suelo y a los 49 DDE se extrajeron plantas y se obtuvo la relación biomasa radical/biomasa aérea (método adaptado de Barrios *et al.*, 2014). A los 64 DDE se midió la cobertura del cultivo (n=10) mediante la app Canopeo v4.1<sup>®</sup> (Patrignani et al., 2015). Durante el período de evaluación las precipitaciones fueron 77 mm. El diseño del experimento fue en bloques completos aleatorizados (n=15). Para el análisis de los resultados se aplicó un ANVA con un test de comparación de medias de Tukey (p<0.05). Las variables de suelo previo al experimento tuvieron los siguientes valores: materia orgánica: 3.01%; nitrógeno total: 0.135%, conductividad eléctrica: 113 us/cm; sulfatos: 11.1 ppm; fósforo asimilable: 26.6 ppm y pH: 6.25. En la Tabla 1, se muestran los resultados de las mediciones realizadas. Los valores de respiración presentaron un rango de 87 a 140 mg C kg suelo<sup>-1</sup>. Estos resultados son similares a los observados por Wyngaard et al. (2016) para suelos Molisoles. Debido a la alta variabilidad del tratamiento MAP (CV 38%), excluyéndolo del análisis de la varianza se observan diferencias significativas (p<0.01). Los tratamientos MAP-AH y MAP-AAH tuvieron una respiración acumulada 1.6 veces superior a T. Por otra parte, MAP-A tuvo una tendencia intermedia y no se diferenció del resto de los tratamientos. En el estadio V4 (Fher y Cavinnes, 1977), la mayor producción de biomasa aérea la tuvo MAP-AH (2508 kg ha<sup>-1</sup>) y fue diferencialmente significativa (p<0.05) con las otras, y la menor correspondió a MAP (1773 kg ha<sup>-1</sup>). La mayor producción de biomasa radical la tuvieron T y MAP-A (635 y 603 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente) siendo significativamente diferentes (p<0.05) a los otros tratamientos, los que fueron menores y sin diferencias entre ellos. La menor relación biomasa radical/biomasa aérea se presentó en MAP-AH (0.16). Los resultados indican que la participación de los ácidos húmicos en los tratamientos MAP-AH y MAP-AAH, produjo un incremento en la actividad microbiana del suelo y ello pudo promover cambios en las reacciones bioquímicas suelo-planta. Murzakow (1998),

señala que las sustancias húmicas proveen carbono a los microorganismos del suelo, incrementando de esta manera su población y actividad enzimática. Ello estaría relacionado con los resultados de respiración acumulada en esos tratamientos. El mayor aporte de nutrientes como consecuencia del aumento de la actividad biológica y el aporte de energía para los procesos metabólicos de respiración y fotosíntesis (Vaughan et al. 1985), explicaría las mayores producciones de biomasa aérea registrada en los tratamientos con aplicación de ácidos húmicos. Esto se observa en MAP-AH, el cual tuvo una producción de biomasa aérea 41% superior a MAP. La cobertura del cultivo de soja medida a inicios de R1 estuvo entre 48.5% y 68.8%, siendo MAP-A, MAP-AH y MAP-AAH las más elevadas y sin diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre ellas, los otros tratamientos no difirieron entre sí. En MAP-AH y el MAP-A hubo mayor respirometría y cobertura, en el primero más biomasa aérea y en el MAP-A mayor producción de biomasa radical. En este experimento exploratorio, con la fertilización de base, en los tratamientos donde se aplicó ácidos húmicos hubo mayor producción de fitomasa aérea (coincidiendo con más cobertura) y menor biomasa radical. Si bien los tratamientos fertilizados mostraron valores de biomasa radical menores a los obtenidos en T, la aplicación de aminoácidos promovió mayor cantidad de biomasa radical y también mayor cobertura. La combinación de ambos no mostró sinergia. Actualmente el experimento continúa su desarrollo para la evaluación del rendimiento en granos.

**Tabla 1.** Valores de las variables de suelo y de cultivo

| Tratamiento    | Respirometría<br>mg C kg suelo <sup>-1</sup> | BA<br>(kg.ha <sup>-1</sup> ) | BR (kg.ha <sup>-1</sup> ) | Relación<br>BR/BT | Cobertura |
|----------------|--|------------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|
| <b>T</b>       | 87.0 a                                       | 1813 b                       | 635 a                     | 0.26 a            | 48.5 b    |
| <b>MAP</b>     | 125.5 a                                      | 1773 b                       | 475 b                     | 0.21 a            | 49.8 b    |
| <b>MAP-A</b>   | 120.1 a                                      | 1864 b                       | 603 a                     | 0.24 a            | 58.8 a    |
| <b>MAP-AH</b>  | 138.8 a                                      | 2508 a                       | 470 b                     | 0.16 b            | 68.8 a    |
| <b>MAP-AAH</b> | 140.5 a                                      | 2003 b                       | 544 b                     | 0.21 a            | 63.4 a    |

Ref. BA Biomasa aérea, BR: Biomasa radical, BT: biomasa total letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos

## Bibliografía

01. Alef, K. 1995. Soil respiration. In Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Eds. K Alef and P Nannipieri. pp 214-219. Academic Press, London.
02. Barrios, M. B.; Buján, A.; Debelis, S. P.; Sokolowski, A. C.; Blasón, A. D.; Rodríguez, H. A.; López, S. C.; De Grazia, J.; Mazo, C. R.; M. C. Gagey. 2014. Relación de raíz/biomasa total de Soja (*Glycine max*) en dos sistemas de labranza. Terra Latinoamericana, 32(3), 221-230. Recuperado en 04 de marzo de 2021
03. Chen, Y. 2006. Integrating Organic Matter into Plant Nutrient Management. IFA Agriculture Conference. Kunming, China, 27 February-2 March.
04. Fehr, W.R.; C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special Report 80. Iowa State University, Ames, Iowa. 11 p.
05. Amador, H. V.; F. Guridi Izquierdo; V. Vázquez Padrón. 2018. Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. Tropicales, 2018, vol. 39, no. 4, pp. 102-109
06. Murzakow, B. G. 1988. Breakdown of humic substances by the soil microflora. Microbiology N.Y. 57:237-241.
07. Patrignani, A. And Ochsner, T.E. (2015). Canopeo: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover . Agronomy Journal, 107(6), pp.2312-2320.
08. Vaughan, D., Malcom, R. E. 1985. Influence of humic substances on growth and physiological processes in Soil organic matter and biological activity. M. R. E. Vaughan D., eds. Boston, Dordrecht. pp:37-75.
09. Wyngaard, N., Cabrera, M.L, Jarosch, K.A., Bünemann, E.K. 2016. Phosphorus in the coarse soil fraction is related to soil organic phosphorus mineralization measured by isotopic dilution. Soil Biol. Biochem. 96:107-108.



# Tecnologías de la información y la Comunicación



VI Jornadas de  
Ciencia y Tecnología  
de la FCA - UNR

## Evaluación comparativa de calidad de modelos digitales de elevación generados a partir de técnicas de interferometría de radar de apertura sintética

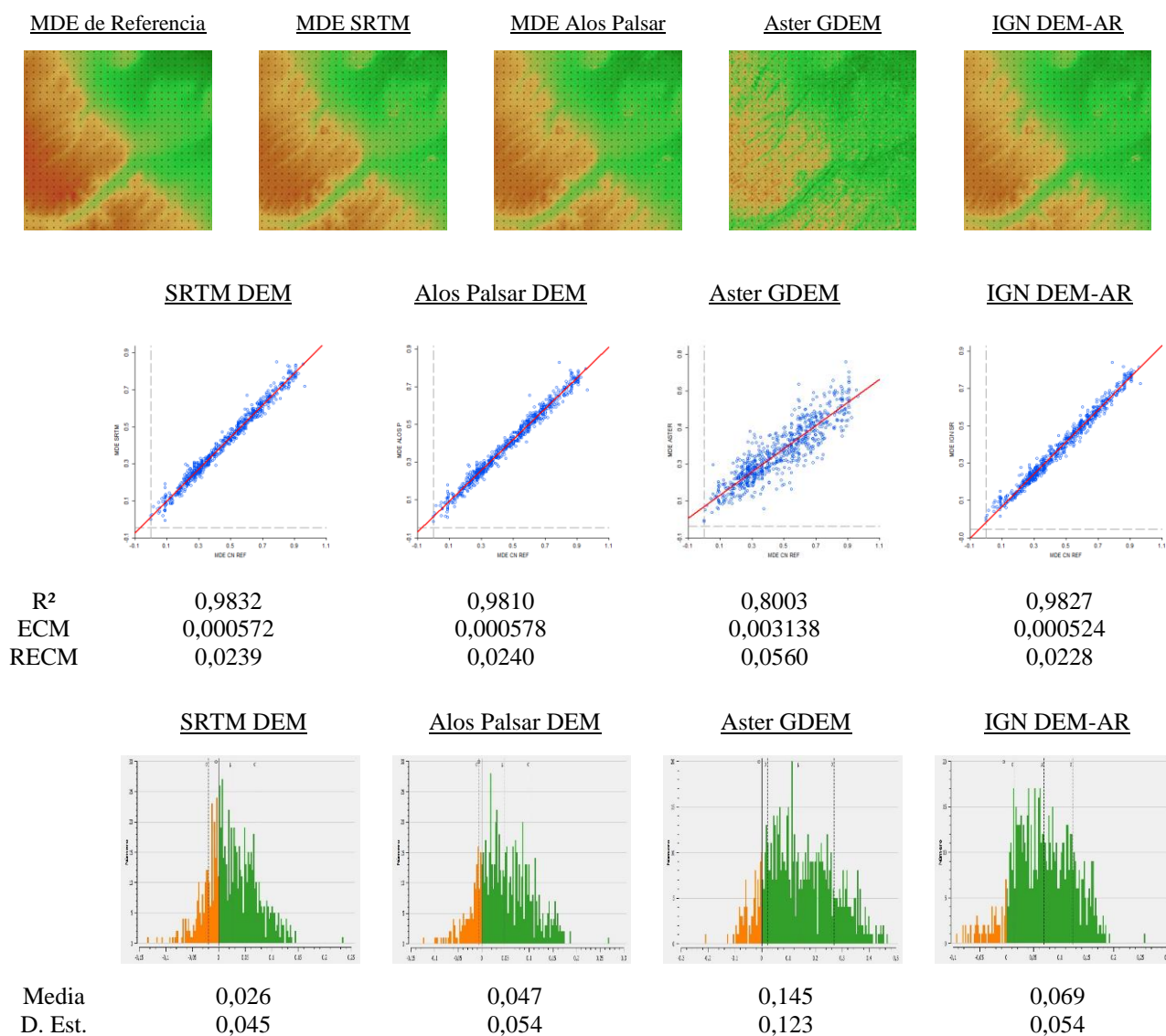
Javier Giampaoli, Néstor Di Leo

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

[javier.giampaoli@unr.edu.ar](mailto:javier.giampaoli@unr.edu.ar)

Los modelos digitales de elevación (MDE), constituyen básicamente representaciones tridimensionales de una porción de la superficie terrestre, que describen al conjunto de variables que determinan su fisonomía o características topográficas. Su utilización en diferentes áreas se encuentra ampliamente difundida, especialmente en todas aquellas relacionadas al estudio de la dinámica hídrica superficial y su impacto sobre diversas actividades, entre ellas, la producción agropecuaria (Felicísimo, 1992). Los MDE pueden ser generados a partir de la aplicación de diferentes métodos, tales como interpolación de valores de cota altimétrica obtenidos a través de mediciones directas, vuelos fotogramétricos, relevamientos aéreos con sensores láser (Lidar) y técnicas de interferometría de radar de apertura sintética (InSAR) a partir de datos brindados por sensores montados sobre plataformas aéreas o satelitales, siendo esta última metodología la que ha permitido confeccionar y poner a disposición, múltiples modelos regionales a escala global. En tal sentido, y en virtud de la ventaja que representa contar con tales recursos, el presente trabajo tiene por objetivo evaluar la calidad, en términos de fidelidad en cuanto a la representación real de la topografía de un área determinada, de MDE obtenidos a partir de diferentes sensores SAR, tomando como referencia un MDE de alta precisión confeccionado para tal propósito. El área comprendida por el estudio se encuentra ubicada al sur de la provincia de Santa Fe (coordenadas medias (SRC POSGAR 2007 / Argentina 5) X: 5421145,33; Y: 6344290,14) y abarca una superficie aproximada de 750 km<sup>2</sup>. Se caracteriza por presentar una topografía típica de llanura, con pendientes suaves y uniformes, y vías de escurrimientos en su mayoría no permanentes y de escasa profundidad. Para el área especificada, se analizaron cuatro MDE: SRTM DEM, Alos Palsar DEM, Aster GDEM e IGN DEM-AR, los cuales presentan una resolución espacial (tamaño de píxel) de 25, 12,5, 25 y 30 metros respectivamente. Previo al análisis, para cada modelo se confeccionaron y recortaron los mosaicos correspondientes, se reproyectaron al SRC común POSGAR 2007 / Argentina 5 y se normalizaron los valores de píxel en un rango de 0 a 1 para eliminar el error derivado de las diferencias altimétricas absolutas existentes entre los cuatro modelos. La evaluación de la calidad de los MDE se realizó en base a un modelo de referencia mediante 756 puntos de control distribuidos uniformemente en toda el área a través de la aplicación de 2 metodologías combinadas: por un lado se recurrió a un análisis de regresión múltiple entre los puntos de control extraídos de cada modelo (variable dependiente) y el MDE de referencia (variable independiente) para determinar el grado de correspondencia espacial entre modelos (similitud morfológica), y por otro, a la estimación de parámetros estadísticos básicos (media y desvío estándar) a partir de las diferencias entre los valores relativos de cota de cada punto de control extraído del modelo de referencia y sus homólogos correspondientes a los MDE evaluados, con el propósito de establecer el nivel de ajuste altimétrico y de pendientes entre los mismos. El MDE de referencia utilizado se construyó a partir de datos de cota altimétrica proporcionados por la carta topográfica del IGN correspondiente al área de estudio, los cuales fueron interpolados a través de la aplicación del método de kriging, y para el cual se obtuvo un elevado grado de ajuste altimétrico (diferencia sub-métrica) al compararse la superficie generada con los valores de cota de la red de nivelación topográfica de alta precisión proporcionada por el mismo instituto. Al igual que para los MDE analizados, los valores absolutos de altimetría fueron normalizados en el mismo rango. De la interpretación parcial de los resultados, puede inferirse por un lado, a partir de la valoración de los parámetros derivados del análisis de regresión, que los MDE SRTM, Alos Palsar e IGN, presentan un elevado grado de correspondencia morfológica respecto del MDE de referencia, siendo el proporcionado por el IGN el de mayor

similitud ( $RECM=0,0228$ ), aunque sin presentar diferencias significativas con los modelos SRTM ( $RECM=0,0239$ ) y Alos Palsar ( $RECM=0,024$ ). Por otro lado, y en función de las medidas de posición y dispersión extraídas a partir de las diferencias entre el MDE de referencia y los MDE evaluados, puede establecerse que el modelo SRTM es el que mejor se ajusta al modelo de referencia en cuanto a diferencias altimétricas e inclinación de pendientes, debido a que presenta el valor medio más cercano a cero (coincidencia absoluta entre modelos) ( $Media=0,026$ ) y el menor desvío respecto de tal promedio ( $Desvío=0,045$ ), seguido en orden de coincidencia y en mayor medida por el modelo Alos Palsar ( $Media=0,047$ ;  $Desvío=0,054$ ) y en menor medida por el modelo IGN DEM-AR ( $Media=0,069$ ;  $Desvío=0,054$ ). Para el conjunto de parámetros evaluados, el MDE Aster GDEM, presenta amplias discrepancias en cuanto a similitud morfológica ( $RECM=0,056$ ) y correspondencia altimétrica y de pendientes ( $Media=0,145$ ;  $Desvío=0,123$ ) respecto tanto del modelo de referencia, como así también, del resto de los modelos evaluados. En términos generales, puede concluirse que los modelos SRTM y Alos Palsar, en ese orden de valoración, constituyen para el área para la cual se realizó el estudio, las mejores alternativas a los modelos digitales de elevación confeccionados a partir de datos derivados de mediciones directas, en tanto que, no resulta recomendable la sustitución de tales modelos por los modelos Aster GDEM, debido a las grandes diferencias que presentan.



### Bibliografía

01. Felicísimo, A.M. (1992): Aplicaciones de los modelos digitales del terreno en las ciencias ambientales. Tesis Doctoral, 235 pág. Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio. (INDUROT), Universidad de Oviedo.



## Detección de la densidad y uniformidad de siembra en maíz mediante vehículos aéreos no tripulados (Drones) y software orientado a objetos

Agustina Forbice, Néstor Di Leo

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

[agusforbice@gmail.com](mailto:agusforbice@gmail.com)

En un contexto de aumento de tecnologías en el campo, los vehículos aéreos no tripulados o *drones* ganaron un gran lugar gracias a la diversidad de formatos y cargas útiles, y a la creciente accesibilidad de sus costos. Estos pueden adquirir imágenes con alta resolución espacial y temporal para la detección y cuantificación de variaciones en diversos estadios de los cultivos y/o pasturas. Además, son flexibles en el tiempo de adquisición sin estar limitados por las condiciones del terreno que, de otro modo, podrían impedir el acceso de operadores humanos y sistemas terrestres. Es por esto que con alta frecuencia surgen y se evalúan distintas aplicaciones para los mismos. Entre éstas hace pocos años comenzó a afianzarse la posibilidad de realizar relevamientos con drones portando cámaras RGB (digitales a color) normales, cuyo objetivo es estimar la calidad de las operaciones de siembra de maíz a través de la cuantificación de la densidad y uniformidad de plantas emergidas efectivamente logradas. La performance de los esquemas operativos de recuento de plantas se ve afectado significativamente por las etapas de crecimiento de los cultivos, con diferentes estimaciones observadas en las primeras etapas de crecimiento, hasta un momento en donde se torna muy dificultosa la individualización de cada planta debido al contacto y o superposición de las estructuras vegetativas en el canopeo. El propósito de este estudio es evaluar la densidad y distribución de plantas de maíz, realizando un muestreo de estas variables a través de drones y softwares específicos, en busca de la mejor configuración de las herramientas.



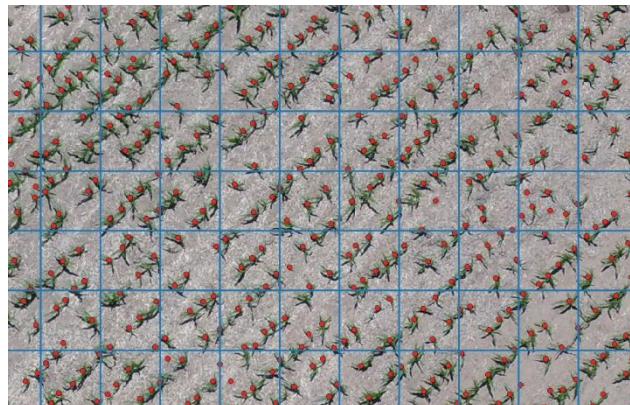
El presente estudio se desarrolló en un sector de un lote de 40 ha, sembrado con maíz, ubicado en las cercanías de la ciudad de Villa Cañas (Santa Fe), la fecha de siembra fue el 9 de octubre de 2019 y el material empleado fue el híbrido simple Dekalb. El lote fue zonificado, y prescripto para densidad y fertilización en 3 zonas utilizando para las zonas bajas 60.000 plantas/hectárea (rojo), zonas medias 80.000 plantas/hectárea (amarillo) y zonas altas 88.000 plantas/hectárea (verde). Se realizaron dos vuelos automáticos cuando el cultivo estaba en V3. Los drones utilizados fueron un DJI Phantom 4 Pro (Dá-Ji ang Innovations, Shenzhen, China) equipado con una cámara color convencional rojo-verde-azul (RGB), de 20 megapíxeles de resolución. El vuelo se realizó a una altura determinada para lograr un píxel de 8,2 milímetros de lado.

Luego de la obtención de las imágenes las mismas fueron procesadas por Pix4D Mapper el cual posibilita la obtención de un ortomosaico. Este fue procesado en Ecognition el cual trabaja con a la



detección de objetos basado en imágenes, esto permitió detectar las plantas de maíz las cuales eran marcadas por puntos (archivo vectorial).

Para obtener los valores del archivo vectorial, primero se realizó la estadística básica en qGis logrando obtener las plantas por metro cuadrado. Posteriormente se trazaron polígonos de voronoi para evaluar el área que ocupaban las plantas vs la teórica. Luego se evaluó la distribución entre plantas en la línea.



Para validar estos datos se realizaron conteos a campo y visuales en las mismas imágenes.

La detección de las plantas en los sitios de muestreo fue altamente satisfactoria. Empleando un entrenamiento mediante 12 objetos inicialmente seleccionados, y con un umbral de restricción de 0.70, el software OBIA fue capaz de detectar el 96% de las plantas de maíz emergidas en las dos primeras zonas. La última zona se puso detectar el 81%, esto es como consecuencia de que al momento del vuelo las plantas presentaban mucha diferencia temporal, por lo que había algunas que no superaban los 10 cm de altura, siendo este el tamaño ideal para este tipo de aplicaciones, sumado a esto, al ser una zona de bajo, había presentes plantas de totoras las cuales ocasionaban conteos erróneos. Cuando el umbral de restricción se incrementó a 0.75, el total de plantas descendió a casi en un 45% quedando descartadas las plantas más pequeñas. Esto permite reforzar la aseveración de que para un eficaz reconocimiento de las plantas estas debes ser un poco mayor de tamaño, evitando el contacto entre ellas.

Los resultados según cada zona de manejo se presentan en las siguientes tablas:

| ALTA DENSIDAD 8.8 PLANTAS/METRO <sup>2</sup> |             |         |        |               |                       |                       |                         |                    |
|--|-------------|---------|--------|---------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|
| ESTADISTICAS                                 |             |         |        |               | VORONOI               |                       | DISTANCIA ENTRE PLANTAS |                    |
| Recuento                                     | Valor Medio | Mediana | Desvio | Coef. de var. | Distribucion objetivo | Distribucion obtenida | Distancia objetivo      | Distancia obtenida |
| 6708   | 5.532       | 6       | 1.53   | 0.27          | 0.11                  | 0.17                  | 0.21                    | 0.41               |
| PROMEDIO CONTEO VISUAL                       |             |         |        |               |                       |                       |                         |                    |
| 5.783  |             |         |        |               |                       |                       |                         |                    |

| MEDIA DENSIDAD 8.0 PLANTAS/METRO <sup>2</sup> |             |         |        |               |                       |                       |                         |                    |
|---|-------------|---------|--------|---------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|
| ESTADISTICAS                                  |             |         |        |               | VORONOI               |                       | DISTANCIA ENTRE PLANTAS |                    |
| Recuento                                      | Valor Medio | Mediana | Desvio | Coef. de var. | Distribucion objetivo | Distribucion obtenida | Distancia objetivo      | Distancia obtenida |
| 2444  | 5.415       | 5       | 1.44   | 0.26          | 0.12                  | 0.17                  | 0.24                    | 0.37               |
| PROMEDIO CONTEO VISUAL                        |             |         |        |               |                       |                       |                         |                    |
| 5.222   |             |         |        |               |                       |                       |                         |                    |

| BAJA DENSIDAD 6.0 PLANTAS/METRO <sup>2</sup> |             |         |        |               |                       |                       |                         |                    |
|--|-------------|---------|--------|---------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|
| ESTADISTICAS                                 |             |         |        |               | VORONOI               |                       | DISTANCIA ENTRE PLANTAS |                    |
| Recuento                                     | Valor Medio | Mediana | Desvio | Coef. de var. | Distribucion objetivo | Distribucion obtenida | Distancia objetivo      | Distancia obtenida |
| 3160   | 3884        | 4       | 1.72   | 0.44          | 0.17                  | 0.25                  | 0.32                    | 0.48               |
| PROMEDIO CONTEO VISUAL                       |             |         |        |               |                       |                       |                         |                    |
| 3.129  |             |         |        |               |                       |                       |                         |                    |

Teniendo en cuenta las densidades objetivo, la metodología empleada nos indica que el porcentaje de emergencia real fue de un 65% en las dos primeras zonas y de 51% en las zonas bajas explicado por el tipo de suelo y también por la menor detección lograda. Los resultados obtenidos sugieren que realizar OBIA con el software eCognition es un método adecuado para cuantificar plantas de maíz en los estadios iniciales de su emergencia. Se destaca también la utilidad del empleo de drones de bajo costo disponibles comercialmente, junto con software con capacidades OBIA, en el monitoreo de la calidad de siembra y distribución del cultivo de maíz, resultando una herramienta viable y efectiva para tales fines.

**Bibliografía**

01. eCognition, (2013) Ecognition Developer Reference Book (Ver. 8.9. 1). Trimble Germany GmbH, Arnulfstrasse 126, D-80636 Munich, Germany.

## Árboles de clasificación y Bosques aleatorios. Una evaluación del desempeño en la clasificación binaria mediante simulación.

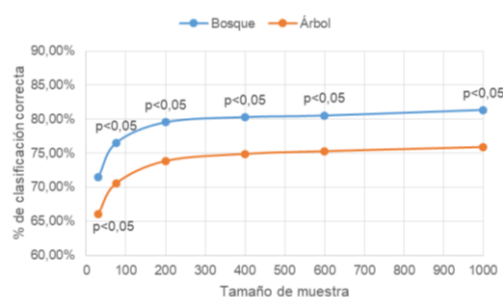
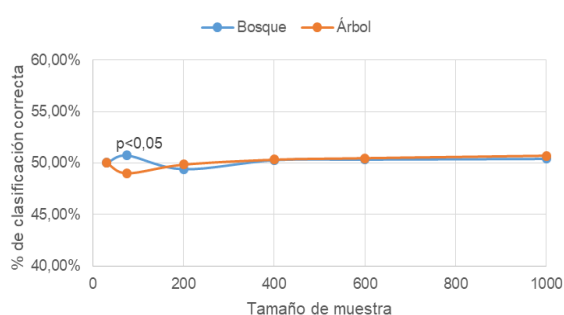
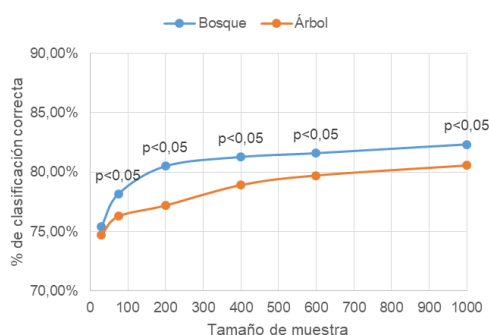
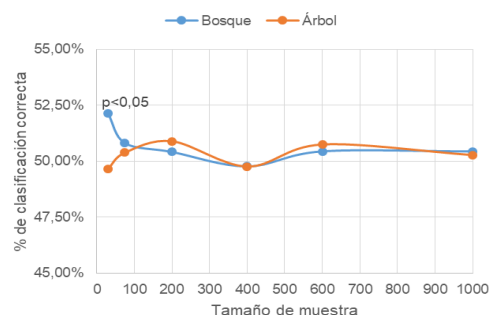
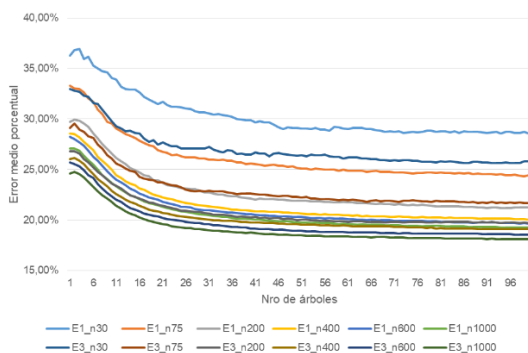
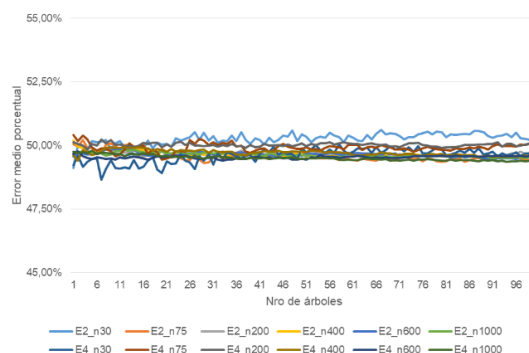
Celina Beltrán, Ivana Gabriela Barbona

Cátedra de Estadística, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).  
[cbeltran2510@gmail.com](mailto:cbeltran2510@gmail.com)

El Análisis Multivariado se refiere al tipo de análisis que se realiza sobre  $n$  unidades experimentales sobre las cuales se han medido  $p$  variables y se pretende estudiar a todas las variables (o un gran número) en forma simultánea (Hair *et al.*, 1999). Uno de los objetivos de dichas técnicas es la clasificación de unidades en grupos que puede verse como la predicción de una variable categórica o cualitativa (Hastie *et al.*, J. 2009). Entre las técnicas de clasificación supervisada correspondiente al enfoque de minería de datos, se pueden citar: Árboles de clasificación y Bosques aleatorios. En este trabajo se propone el estudio de estas dos técnicas estadísticas multivariadas siendo de interés evaluar el desempeño de las mismas cuando son utilizadas en datos que difieren en la estructura de correlaciones entre las variables intervinientes y los tamaños de muestras. La importancia de un estudio como el presentado en este trabajo radica en que existen una gran cantidad de aplicaciones agronómicas en las que se utilizan estas técnicas. Por ejemplo, puede ser de interés utilizar una técnica multivariada de clasificación (tal como Árboles de clasificación o Bosques aleatorios) para predecir en distintas unidades de suelos su aptitud para el cultivo (suelo apto/no apto para cultivo), en función de un conjunto de parámetros químicos, bioquímicos y físicos evaluados. De esta manera se estaría utilizando al árbol de clasificación para diagnosticar la aptitud del suelo para uso agrícola. Supóngase que los parámetros edáficos evaluados son: Carbono orgánico total, fosfatasa ácida, deshidrogenasa, y ureasa. Estas variables utilizadas para caracterizar los suelos pueden presentar correlaciones entre ellas y medidas de posición diferentes en suelos de calidad dispar. Por este motivo, es útil conocer el desempeño de las técnicas de clasificación cuando son aplicadas en conjuntos de datos con diferentes estructuras de correlaciones y distintos tamaños de muestra y así poder elegir la más adecuada para lograr nuestro propósito de manera satisfactoria en función de las características de nuestros datos. Una herramienta para evaluar estos desempeños es mediante simulación. Bajo una simulación estocástica las conclusiones se obtienen generando repetidamente simulaciones del modelo aleatorio (Fernández Casal y Cao 2020). Se definieron 4 escenarios para la simulación de datos con las siguientes características. El escenario 1 presenta la variable respuesta altamente correlacionada con las predictoras y las variables predictoras poco correlacionadas entre sí. El escenario 2, la variable respuesta poco correlacionada con las predictoras y las variables predictoras muy correlacionadas entre sí. El escenario 3, la variable respuesta muy correlacionada con las predictoras y las variables predictoras también muy correlacionadas entre sí. Por último el escenario 4 presenta la variable respuesta poco correlacionada con las predictoras y asimismo las variables predictoras poco correlacionadas entre sí. Se generaron mediante simulación 500 archivos de datos para cada uno de los siguientes tamaños de muestra: 30, 75, 200, 400, 600, 1000. Se “marcó” el 20% de las observaciones para ser utilizadas como grupo de test y el restante 80% para la estimación de los modelos evaluados en cada caso. El proceso de simulación de ficheros de datos como las aplicaciones estadísticas subsiguientes se lleva a cabo en el software R version 3.4.0 (R Core Team, 2018). Los Árboles de Clasificación constituyen un método no-paramétrico de segmentación binaria donde el árbol es construido dividiendo repetidamente los datos (Beltrán y Barbona, 2020). Dado que el sobreajuste es una desventaja de los árboles, surgen los Bosques Aleatorios que consisten en un conjunto de árboles que se combinan para dar una predicción más robusta.

Como resultado principal se evidencia que en aquellos escenarios donde es favorable la clasificación por la estructura de correlaciones de las variables (separación de los grupos), la evidencia en favor de la técnica de Bosques Aleatorios es significativa, independientemente del

tamaño de muestra. Sin embargo, en los otros casos en que la variable respuesta no fue generada correlacionada con las explicativas, no hay evidencia clara de dicha superioridad (Gráficos 1 a 4). Este comportamiento de los Bosques Aleatorios concuerda con lo que se observa al evaluar el error medio porcentual del bosque según el número de árboles estimados (Gráficos 5 y 6). En los escenarios más favorables para la clasificación el error medio porcentual disminuye claramente al incrementar el tamaño del bosque y el tamaño de muestra; mientras que en los restantes, el error porcentual medio parece mantenerse constante sin mostrar una ventaja independientemente del tamaño del bosque y del conjunto de datos. Estos resultados ponen cierta luz al momento de elegir la técnica estadística conveniente para clasificar unidades cuando las variables agronómicas en consideración están o no correlacionadas y los grupos respuesta se encuentran solapados o no respecto a los valores de las mismas.


**Gráfico 1.** Clasificación correcta. Escenario 1

**Gráfico 2.** Clasificación correcta. Escenario 2

**Gráfico 3.** Clasificación correcta. Escenario 3

**Gráfico 4.** Clasificación correcta. Escenario 4

**Gráfico 5.** Error medio % Bosques. Escenarios 1 y 3

**Gráfico 6.** Error medio % Bosques. Escenarios 2 y 3

## Bibliografía

01. Beltrán, C. y Barbona, I. (2020) Comparación del desempeño de técnicas multivariadas de clasificación en datos simulados bajo distintos escenarios: Regresión Logística y Árboles de Clasificación. Revista de Epistemología y Ciencias Humanas. 12 (2) 18-36

02. Fernández Casal, R.; Cao, R. 2020. Simulación Estadística. <<https://rubenfcasal.github.io/simbook/index.html>>
03. Hair, J.F., Anderson, R.L., Tatham, R.L., Black, W.C. (1999). Análisis Multivariante. Prentice Hall Iberia, Madrid, España.
04. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning. Data Mining, Inference, and Prediction. Springer Series in Statistics.
05. R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

## **Análisis de la correcta clasificación de la técnica estadística Regresión Logística en datos simulados bajo distintos escenarios, para distintos tamaños de muestra.**

**Celina Beltrán, Ivana Barbona, Jesica Ciminari**

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

[cbeltran2510@gmail.com](mailto:cbeltran2510@gmail.com)

Una de las herramientas estadísticas más usadas en el campo de la epidemiología y de la salud pública para analizar el grado de asociación entre una exposición de interés y una enfermedad es la regresión logística, cuya medida de asociación es el odds ratio. Este tipo de regresión presenta grandes ventajas, pero también tiene algunos inconvenientes (Almendros Morón, 2018). La multicolinealidad y la falta de traslape o separación extrema en los grupos son problemas que afectan la inferencia basada en el modelo de regresión logística. Hay diversos estudios que se ocuparon de evaluar cómo los coeficientes estimados del modelo se ven afectados. En esta investigación se propone el estudio de la técnica estadística multivariada de clasificación, Regresión Logística, donde se quiere evaluar el desempeño de la misma cuando es utilizada en datos simulados bajo distintos escenarios y bajo distintos tamaños de muestra.

Se generaron mediante simulación 500 archivos de datos para cada uno de los siguientes tamaños de muestra: 30, 75, 200, 400, 600, 1000. Cada conjunto contiene 6 columnas (variables) bajo distintas condiciones o escenarios. En cada muestra se “marcó” el 20% de las observaciones para ser utilizadas como grupo de test y el restante 80% para la estimación de los modelos evaluados en cada caso. La simulación se realizó a partir de distribuciones normales multivariadas con matriz de correlaciones según cuatro estructuras diferentes. Se consideró la primer columna (X1) como la variable respuesta y las restantes variables (X2 a X6) como las variables predictoras o explicativas. Luego de la generación de los ficheros se transformó la variable respuesta a dicotómica utilizando la mediana de la distribución.

Quedaron definidos un total de 12000 conjuntos de datos simulados, con 6 tamaños de muestra diferentes y 4 escenarios con las siguientes características definidos por la estructura de la matriz de correlaciones. El escenario 1 corresponde a datos provenientes de una población en la que los predictores están fuertemente correlacionados con la respuesta pero no entre ellos. El escenario 2 plantea una simulación a partir de una población con poca correlación de la respuesta con las variables predictoras pero éstas correlacionadas entre sí. En el escenario 3, la correlación presente en la población origen de la simulación es importante tanto entre las predictoras como entre éstas y la respuesta. Por último, el escenario 4 corresponde a una población original en la que no existe ningún tipo de correlación de magnitud importante entre las variables, ni de los predictores con la respuesta ni entre ellos. El proceso de simulación de ficheros de datos como las aplicaciones estadísticas subsiguientes se llevó a cabo en el software R versión 3.4.0.

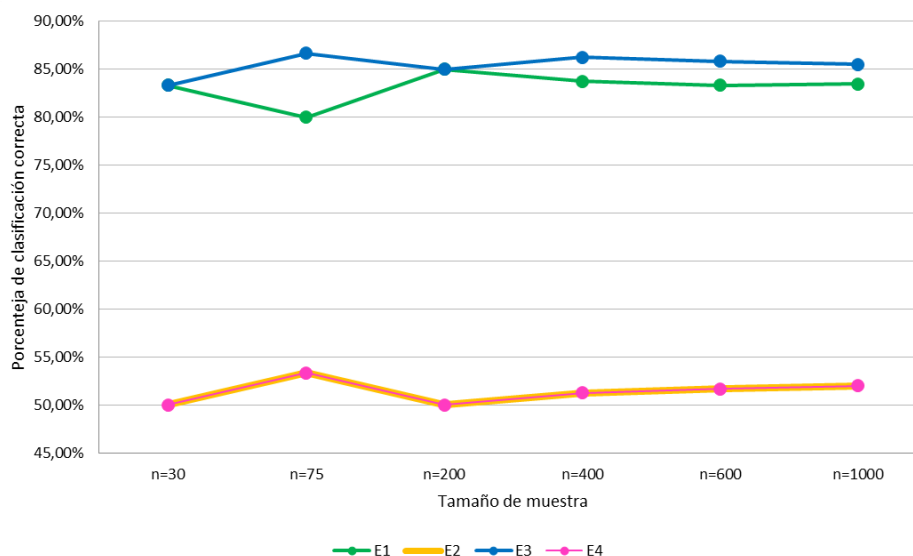
Como primera instancia se evaluó si se observaban diferencias significativas entre los escenarios, dentro del mismo tamaño de muestra, utilizando el test de Kruskal-Wallis. Se concluyó que, para todos los tamaños de muestra al menos un escenario difiere de los demás ( $p$ -valor  $< 0,01$  en todos los test de Kruskal-Wallis). Mediante una técnica de comparaciones múltiples no paramétrica se evaluó cuáles de los escenarios diferían dentro de cada tamaño de muestra y se observó que los únicos escenarios donde no se encontraron diferencias significativas son los escenarios 2 y 4.

De este análisis se concluye que, en condiciones donde las variables predictoras están altamente correlacionadas con la respuesta (escenarios 1 y 3), sin importar la correlación entre las predictoras, la técnica de Regresión Logística funciona satisfactoriamente. Sin embargo, como se puede observar en el gráfico 1, cuando las predictoras están poco correlacionadas con la respuesta (escenarios 2 y 4) el porcentaje de clasificación correcta es bastante más bajo. Esta diferencia entre los dos grupos de escenarios en cuanto a la correlación de la respuesta con las predictoras se va acentuando a medida que el tamaño de muestra se hace más grande.

Respecto a la convergencia de los procedimientos iterativos de estimación de los modelos, en los escenarios 1 y 3, debido a la estructura de correlaciones que los generan, existe cierta separación de grupos evidenciada en las simulaciones de tamaños de muestras bajos. Esto ocasiona que no exista convergencia en el proceso de estimación del modelo haciendo imposible la interpretación de los coeficientes pero no afectaría en su tarea de predicción (Tabla 1).



Como conclusión final se puede decir que, sin importar el tamaño de muestra, cuando la variable respuesta está poco correlacionada con las variables predictoras la técnica de Regresión Logística no tiene una buena clasificación de las observaciones.



**Gráfico 1.** Mediana del porcentaje de clasificación correcta según escenario y tamaño de muestra

**Tabla 1.** Porcentaje de convergencia según escenario y tamaño de muestra

| n    | E1   | E2   | E3   | E4   |
|------|------|------|------|------|
| 30   | 56%  | 99%  | 47%  | 99%  |
| 75   | 100% | 100% | 98%  | 100% |
| 20   | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 400  | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 600  | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 1000 | 100% | 100% | 100% | 100% |

#### Bibliografía:

01. Almendros Morón, O. (2018). El problema de la separación en modelos de regresión logística. Estadística e Investigación Operativa. Universitat Politècnica de Catalunya y Universitat de Barcelona (UPC-UB)
02. Hair, J.F., Anderson, R.L., Tatham, R.L., Black, W.C. 1999. Análisis Multivariante. Prentice Hall Iberia, Madrid, España.
03. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. 2009. The Elements of Statistical Learning. Data Mining, Inference, and Prediction. Springer Series in Statistics.
04. Pérez López, C. 2004. Técnicas de Análisis Multivariante de Datos. PEARSON EDUCACIÓN, S.A., Madrid, España.

## Implementación de Mesas de Exámenes Virtuales durante la pandemia en la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Rosario (UNR)

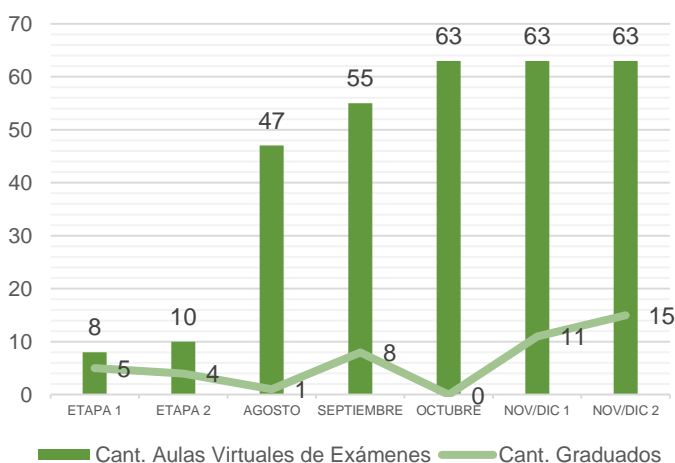
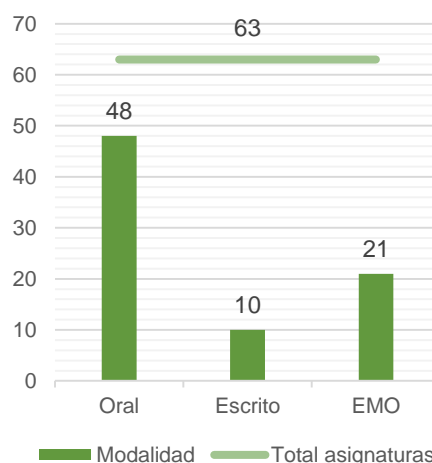
Luciana Burzacca, Evelina Marinelli, Silvina García, Araceli Boldorini

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

[lburzac@fcagr.unr.edu.ar](mailto:lburzac@fcagr.unr.edu.ar)

En la medida en que las actividades académicas universitarias van ingresando hacia un nuevo paradigma educativo, el de la educación virtual, el universitario abre la mente al mundo de la sociedad del conocimiento y la información, a las incertidumbres y a las nuevas posibilidades comunicacionales a partir de diferentes lenguajes.<sup>1</sup> El año pandémico 2020 se ha constituido en un hito en diferentes ámbitos. Ha impulsado a docentes y estudiantes a un gran crecimiento en el manejo de tecnologías de información y comunicaciones. Desde hace 15 años la Facultad de Ciencias Agrarias - UNR cuenta con un Campus Virtual como apoyo al cursado presencial. El Campus Virtual FCAGR se ha convertido, en contexto de pandemia, en la columna vertebral de la institución; se mantiene funcionando casi en su totalidad desde la virtualidad aprovechando los recursos y potencialidades de esta plataforma para adaptar las actividades académicas presenciales a virtuales. Este estudio tiene como objetivo analizar el camino recorrido en el rediseño de la enseñanza presencial a virtual, en particular en lo referido al desarrollo de Mesa de Exámenes Finales. Una vez iniciado el año académico 2020, por iniciativa de las Secretarías Académica y Estudiantil, se comenzó a pensar en el proceso evaluativo. Con ello se abrió el debate de cómo llevar a cabo las instancias de exámenes finales en medio de un entorno lleno de incertidumbres, inseguridades y temores; con problemáticas tales como conectividad, disponibilidad de recursos, necesidad de capacitación, que afectan a todos los actores. El proceso evaluativo de examen final comenzó con algunas pocas mesas de exámenes virtuales con el objetivo de atender la necesidad de aquellos estudiantes próximos a graduarse. En esta primera etapa, un total de 8 asignaturas de quinto año de ambas carreras accedieron a tomar exámenes virtuales. Los docentes de las asignaturas involucradas recibieron capacitaciones y apoyo continuo de los administradores del Campus Virtual FCAGR. Afortunadamente, a través de esta modalidad de exámenes, 6 alumnos lograron su ansiado título. Habiendo superado con éxito la etapa 1, se planificó una segunda instancia de similares características a la primera. Esta exitosa experiencia inicial fue el incentivo para que otras cátedras se sumaran al desafío. Se programaron otros 5 llamados para estudiantes de todos los años, totalizando 7 instancias de exámenes finales a lo largo de todo el año académico 2020. Se generaron para tal fin, un total de 63 aulas exclusivas para exámenes en Campus FCAGR. La mayoría de los docentes que aceptaron tomar exámenes virtuales, se capacitaron y adaptaron a nuevas estructuras para implementar diferentes metodologías de evaluación. Como resumen del éxito de estas mesas de exámenes virtuales, se puede destacar que en el último llamado de examen del año (2° llamado Noviembre/Diciembre) se inscribieron a rendir 1133 estudiantes. Participaron de las mismas 255 docentes en 63 aulas de exámenes virtuales en Campus FCAGR. El total de estudiantes que se recibieron en ambas carreras durante las mesas de exámenes virtuales es de: 44 (43 Agronomía, 1 Licenciatura en Recursos Naturales). En el gráfico 1 se muestra cómo se fueron sumando las cátedras a la evaluación virtual de los aprendizajes y el número de estudiantes graduados en las mismas. El equipo de la cátedra de Informática, quienes administran el Campus Virtual, además de acompañar a la institución durante cada etapa evaluativa con asesoramientos individuales y grupales a los equipos docentes de otras cátedras, capacitó en conjunto con Asesoría Pedagógica, sobre Evaluaciones de Múltiples Opciones (EMO). Es importante mencionar el impacto del uso de estas herramientas en las propuestas de enseñanza y de aprendizaje, particularmente con relación a los contenidos curriculares y las estrategias metodológicas ya que permiten presentar, abordar y trabajar la información de una manera diferente con relación a perspectivas tradicionalistas o academicistas: rol del docente, estudiante, cómo se presenta y concibe el conocimiento, tipo de recursos, interacciones entre éstos, actividades a concretar, etc.<sup>3</sup>

Las modalidades de exámenes implementadas por los docentes en las mesas de exámenes virtuales fueron: Oral, Escrito y EMO. La modalidad oral se implementó a través de la plataforma de videollamadas institucional Google Meet. Respecto a Exámenes Escritos se efectuaron con el recurso disponible en el aula virtual de examen denominado “Actividad”. El mismo brinda la posibilidad de realizar el proceso de presentación de consigna del examen, envío de resolución y corrección de una forma controlada y ordenada. En tanto las Evaluaciones de Múltiples Opciones se desarrollaron desde la plataforma Google Form o en el recurso denominado “Evaluación” del propio Campus Virtual FCAGR, la mayoría de las cátedras utilizaron el último mencionado. La Gráfica 2 muestra la distribución de modalidades de exámenes adoptadas por las diversas cátedras que evaluaron en todas las instancias. En el marco de protocolos aprobados por el Consejo Directivo, se generaron encuentros sincrónicos de Google Meet para que docentes y estudiantes lleven a cabo los procesos evaluativos; éstos fueron grabados, utilizándose audio y vídeo para permitir una comunicación fluida, controlar la identidad del estudiante y monitorear su conducta. Se generaron 117 aulas Google Meet, una para cada tribunal docente constituido, según la cantidad de estudiantes inscriptos a rendir. La mayor parte de la comunidad educativa, enfrentó la virtualidad estando familiarizados con el Campus institucional. De todas maneras, evaluar saberes a través de tecnologías de información y comunicación constituyó un gran desafío para todos. Sin dudas, en las Ciencias Agrarias, la presencialidad es una gran necesidad, pero a pesar de carecerla durante todo el año 2020, la Facultad siguió de pie, avanzó en un camino lleno de incertidumbres, pero de muchos y valiosos aprendizajes.<sup>2</sup> Creemos que la experiencia virtual capitalizada en este tiempo impulsará de ahora en más una nueva manera de enseñar, aprender y evaluar. Adaptarnos a una nueva modalidad de enseñanza no fue una tarea fácil, pero el esfuerzo y el compromiso de los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR se vio reflejado en el aumento de cátedras que se fueron sumando escalonadamente a esta nueva manera de transmitir y evaluar saberes. Se logró sostener el acompañamiento pedagógico y los procesos de aprendizaje de los estudiantes; garantizando así la continuidad académica y la graduación de estudiantes a lo largo de todo el año.


**Gráfico 1**

**Gráfico 2**

## Bibliografía

01. Copertari, S.; Sgreccia, N.; Segura, L. (2011) Políticas universitarias, Gestión y Formación Docente en Educación a Distancia. Hacia una Pedagogía de la virtualización. RED, Revista de Educación a Distancia (27).
02. García, S.; Boldorini, A.; Burzacca, L.; Marinelli, E. (2020) Agrarias en casa. Adaptarnos a enseñar y aprender en la virtualidad. Agromensajes (58) 48-49. Disponible en: [https://fcagr.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/12/09\\_AM58.pdf](https://fcagr.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/12/09_AM58.pdf) [acceso: 8 de abril de 2021]
03. Mansilla, C. M.; Lesman, M. D. L. Á.; Becchio, R. M.; & Guzmán, S. (2018) Las Prácticas de la Enseñanza con MOODLE en Ingeniería Agronómica: experiencia con la actividad Lección. En XIII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. (Posadas, 2018)



# Tecnología en Suelos y Aguas



VI Jornadas de  
Ciencia y Tecnología  
de la FCA - UNR

## Simulación del carbono orgánico del suelo y sus fracciones en el cultivo de soja con y sin inclusión de residuos de cultivos de cobertura

Josefina Scaglione<sup>1</sup>, Sergio Montico<sup>1,2</sup>, Guillermo Montero<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Manejo de Tierras, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

<sup>2</sup>Cátedra de Zoología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

<sup>3</sup>IICAR-CONICET.

[scaglionejosefina@gmail.com](mailto:scaglionejosefina@gmail.com)

La inclusión de cultivos de cobertura (CC) otoño-invernales en esquemas agrícolas bajo siembra directa asegura la provisión de elevadas cantidades de distintos tipos de residuos orgánicos al suelo (de Sá Pereira *et al.*, 2017). La descomposición de los mismos resulta de la interacción entre diferentes factores bióticos y abióticos que influyen sobre la velocidad del proceso y definen la persistencia de los residuos en la superficie del suelo (Acosta, 2009). Se han reportado numerosos efectos de los CC sobre el suelo y los cultivos agrícolas subsiguientes en la rotación. Entre ellos se destaca el incremento del carbono orgánico del suelo (COS) luego de varios años desde su incorporación (Poeplau y Don, 2015), lo cual podría vincularse con la mejora en las condiciones edáficas que estos generan (Harrwing y Ulrich Ammon, 2002; Fageria *et al.*, 2005). El objetivo de este trabajo fue estimar, en el espesor de suelo de 0-20 cm, el contenido de COS y sus fracciones (COS1: fracción activa; COS2: fracción intermedia; COS3: fracción pasiva) y analizar su evolución y balance durante parte del ciclo del cultivo de soja, con y sin inclusión de residuos de CC. La fracción activa incluye el carbono proveniente de microorganismos y sus productos primarios y secundarios, mientras que la fracción COS2 representa el carbono del suelo derivado de materiales recalcitrantes (p.e. lignina o paredes celulares) y aquellos provenientes de COS1. Por su parte, la fracción pasiva está constituida por materiales inertes y productos microbianos estabilizados (Porter *et al.*, 2010; De Grazia, 2012). Mediante el modelo de simulación CENTURY, incluido en el software DSSAT v4.7.5 (*Decision Support System for Agrotechnology Transfer*) (Hoogenboom *et al.*, 2019), se ingresaron datos obtenidos a campo y provenientes de bibliografía específica. Los datos de suelo correspondieron a la serie Roldán (Argiudol vértico), tomando la descripción efectuada por INTA (INTA, 1983) y la información relevada en la calicata del Campo Experimental J.F. Villarino (Zavalla, Santa Fe). Los datos climáticos utilizados en la simulación (precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas diarias) fueron una serie histórica de 46 años (1973-2019) obtenida de la estación meteorológica del mencionado Campo Experimental. Se analizaron los siguientes tratamientos pertenecientes a un experimento en curso: Barbecho: previo a la soja las parcelas se encontraban en barbecho con presencia de residuos del cultivo de soja antecesor; CC: previo a la soja se realizó un CC de trigo (*Triticum aestivum*). Este cultivo, por su similitud reemplaza al Triticale (*x Triticosecale*), el cual fue efectivamente sembrado en la parcela pero que no se encuentra en la biblioteca del modelo. El aporte de residuos del CC, de acuerdo con las mediciones realizadas a campo, fue de 4993,5 kg MS.ha<sup>-1</sup> y el de soja del Barbecho se estimó en 2085 kg MS.ha<sup>-1</sup>, según datos publicados por Montico (1992). Se realizaron diez ejecuciones del modelo y se estableció una frecuencia de salida de 15 días. Con los datos obtenidos se calculó el balance de COS como la diferencia entre el COS al final de la simulación y el COS al inicio de la misma. Las diferencias entre tratamientos en cada variable se analizaron mediante ANOVA, empleando el software InfoStat (Di Rienzo, 2018). El tiempo de la simulación fue de 139 días desde la siembra del cultivo de soja (04/11/2020). La evolución del COS en el espesor de suelo considerado se muestra en la Figura 1. El contenido inicial de COS estimado por el modelo fue de 56196 kg.ha<sup>-1</sup> y los resultados del balance fueron -395,8±18,3 kg.ha<sup>-1</sup> en Barbecho y 217,3±18,9 kg.ha<sup>-1</sup> en CC. Al respecto, Rimski-Korsakov *et al.* (2016) trabajando en la región pampeana en sitios con distintos manejos, determinaron que el contenido de COS fue significativamente superior cuando se incluyeron CC en los períodos entre cultivos, comparado con situaciones de barbecho (enmalezado o no). En relación a las fracciones del COS, el contenido inicial de COS1 fue de 1020

kg.ha<sup>-1</sup> y en su evolución se observó una fase descendente de la curva con un comportamiento similar en los dos tratamientos, y luego una fase ascendente a partir de los 60 días en la que el Barbecho se ubicó por encima del CC. Tal diferenciación pudo deberse a una disminución en la actividad microbiana involucrada en la descomposición de los residuos del CC en respuesta a la calidad de los mismos (relación C/N elevada). El contenido inicial de la fracción COS<sub>2</sub> fue de 19392 kg.ha<sup>-1</sup>. La misma mostró una tendencia decreciente en ambos tratamientos, presentando el CC valores superiores a los registrados en Barbecho, lo cual se asoció al aporte de materiales de mayor resistencia a la degradación por parte del trigo. El contenido inicial de COS<sub>3</sub> fue de 35784 kg.ha<sup>-1</sup> y se observó una tendencia decreciente a lo largo del tiempo y similar en ambos tratamientos, lo cual se vinculó con la naturaleza estable de esta fracción. Los resultados del ANOVA mostraron diferencias significativas entre tratamientos en todas las variables analizadas ( $p < 0,05$ ). El modelo evaluado permitió detectar diferencias entre tratamientos y tendencias en la evolución del contenido de COS y sus fracciones, destacándose el aporte del CC en el balance de COS en el período de tiempo considerado. Esto resalta la importancia y las ventajas que ofrece la inclusión de CC de gramíneas en secuencias de cultivo que presentan predominio del cultivo de soja.

### Bibliografía

01. Acosta, J.A.A. (2009) Dinâmica do nitrogênio sob sistema plantio direto e parâmetros para o manejo da adubação nitrogenada no milho. Tesis de Doctorado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 200p.
02. De Grazia, J. (2012) *Dinámica de la materia orgánica edáfica. Empleo de modelos matemáticos de simulación*. Alemania: Editorial académica española. 257 p.
03. De Sá Pereira, E.; Galantini, J. y Quiroga, A. (2017) Calidad de cultivos de cobertura en sistemas de siembra directa del sudeste bonaerense. *Ciencia del Suelo*, 35 (2), 337-350.
04. Di Rienzo J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, C.W. (2018) InfoStat Versión 2018 ([www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar)). Centro de Transferencia InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
05. Fageria, N.K.; Baligar, V.C. y Bailey, B.A. (2005) Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36, 2733–2757.
06. Harrwing, N.L. y Ulrich Ammon, H. (2002) Cover crops and living mulches. *Weed Science*, 50, 688–699.
07. Hoogenboom, G.; Porter, C.H.; Shelia, V.; Boote, K.J.; Singh, U.; White, J.W.; Hunt, L.A.; Ogoshi, R.; Lizaso, J.I.; Koo, J.; Aseeng, S.; Singels, A.; Moreno, L.P. y Jones, J.W. (2019) Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) Versión 4.7.5 ([www.dssat.net](http://www.dssat.net)). DSSAT Foundation, Gainesville, Florida, USA.
08. INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (1983) Carta de suelos de la República Argentina: hoja 3360-20 y 21 - Arroyo Seco-San Nicolás de los Arroyos. Buenos Aires: INTA. 128 p.
09. Montico, S. (1992) Resultados de ensayos de cultivos. Facultad de Ciencias Agrarias (UNR)-Cooperativa Agrícola Ganadera de Chabás (Santa Fe). Documento de difusión de la Secretaría de Extensión N° 23.
10. Poeplau, C. y Don, A. (2015) Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops. A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 200, 33-41.
11. Porter, C.H.; Jones, J.W.; Adiku, S.; Gijsman, A.J.; Gargiulo, O. y Naab, J.B. (2010) Modeling organic carbon and carbon-mediated soil processes in DSSAT v4.5. *Operational Research – An International Journal*, 10, 247-278.
12. Rimski-Korsakov, H.; Álvarez, C.R. y Lavado, R.S. (2016) Cultivos de cobertura invernales en la región pampeana argentina. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 21, 2-6.



## Efectos de la inoculación y la fertilización sobre la producción de fitomasa y la eficiencia del uso del agua en el cultivo de cobertura de *Vicia villosa*

José A. Berardi, Joel I. Spinozzi, Sergio Montico, Néstor C. Di Leo

Manejo de tierras - Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Rosario. CC 14 - S2125ZAA - Zavalla – Argentina.

[jose.berardi@unr.edu.ar](mailto:jose.berardi@unr.edu.ar)

En los últimos años el uso de los suelos ha cambiado de producciones agrícola-ganaderas hacia netamente agrícolas tendientes al monocultivo (Andriulo y Cordone, 1998). Una de las alternativas para mitigar los efectos de la degradación de los suelos es la incorporación de cultivos de cobertura (CC). Su amplia adopción en los sistemas de producción de la región, demanda la aplicación de tecnologías enfocadas no sólo en el aumento de producción de fitomasa aérea por parte de los CC, sino también en un aprovechamiento de las reservas de agua de los perfiles edáficos. Como parte de estas tecnologías, la inoculación de leguminosas ha tenido éxito en diferentes sitios del mundo (Mendes et al., 2003). En un lote ubicado en Barrancas, Santa Fe (32°15'5.29"S - 61° 1'39.97"O), se diseñó un experimento con el objetivo de comparar los efectos en la producción de fitomasa aérea (Fi) y la eficiencia del uso del agua (EUA) en *Vicia villosa* por inoculación y fertilización. El suelo es un Argiudol típico serie Maciel (horizonte superficial 0-20 cm: arcilla 21,5%; arena 3,4%; limo 74,5%), siendo la secuencia de uso antecesora: Soja - Trigo/Soja - Soja. Los tratamientos fueron: Vicia Testigo (Vt), Vicia fertilizada a la siembra con superfosfato simple (0-21-0 12S) (Vf), Vicia con inoculante (Vi) y Vicia con inoculante y superfosfato simple (Vif). Todos los tratamientos se sembraron el 27/5/2020 con una densidad de 25 kg.ha<sup>-1</sup> y se secaron el 21/12/2020 mediante la aplicación de Glifosato (2 l.ha<sup>-1</sup>) y Dicamba (150 cm<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>). Las precipitaciones en todo el período fueron 271 mm. La fertilización fosforada se efectuó al momento de la siembra con de 40 kg.ha<sup>-1</sup> de superfosfato simple y los tratamientos inoculados se realizaron en el mismo momento con Rilegum Top con una dosis de 100 cm<sup>3</sup> por cada 25 kg de semilla. El diseño experimental fue de parcelas apareadas con criterio de pseudoréplicas simple. La superficie de cada parcela fue de 0,6 ha (30 m x 200 m) y en cada una de ellas se establecieron tres sitios fijos para las tomas de muestras. En todos los tratamientos se midió agua útil hasta el metro de profundidad (n=12) por gravimetría para determinar el consumo de los CC. Se tomaron muestras de Fi de los CC mediante un aro de superficie conocida (0,125 m<sup>2</sup>) (n=12), se las llevó a estufa (60°C) hasta peso constante y se obtuvo la producción de materia seca (kg MS.ha<sup>-1</sup>). Con ambas determinaciones se calculó la eficiencia en el uso del agua de todos los tratamientos (kg MS.mm<sup>-1</sup>). Los resultados se analizaron con un ANOVA y la comparación de medias mediante Tukey (p<0,01). En la Tabla 1 se muestran las medias de los tratamientos para cada uno de los parámetros medidos. Se hallaron diferencias significativas para fitomasa aérea, siendo los tratamientos Vif y Vi los que mayor cantidad produjeron, 8455,97 y 7091,41 kg MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En cuanto al consumo de agua, se hallaron diferencias significativas entre todos los tratamientos. El que tuvo mayor consumo fue Vif y Vf el menor, con medias de 386,30 y 346,95 mm, respectivamente. La eficiencia del uso del agua mostró diferencias significativas entre los tratamientos debido a la inoculación, en cambio no se diferenciaron por la fertilización. El tratamiento más eficiente fue Vif. Los tratamientos sin inoculante, fueron 60% menos eficientes en el uso del agua respecto al promedio de Vi y Vif. En este sentido, se coincide con lo afirmado por Spinozzi *et al.* (2020), cuando compararon, en distintas prácticas de manejo agronómico, la EUA y el consumo, efectos que en este experimento fueron más marcados, dado que el período de desarrollo de la vicia avanzó sobre estadios fenológicos reproductivos, donde el consumo de agua aumenta y la EUA disminuye. Respecto a la producción de fitomasa el mayor abastecimiento de nitrógeno a través de la fijación biológica promovida por la inoculación, ha establecido las diferencias entre los tratamientos. Este incremento en la concentración de nitrógeno disponible aumenta la capacidad fotosintética de la planta, permitiendo mayores tasas de crecimiento del cultivo, lo cual impacta directa y positivamente en la

producción de fitomasa, y por lo tanto, en la eficiencia del uso del agua (Dardanelli et al., 2008). En trabajos recientes se han reportado incrementos de más del 40% en la producción de fitomasa aérea con inoculación en cultivos de vicia (Enrico y Salvagiotti, 2019). Otros autores como Mc Kenzie *et al.* (2001) y Vicario *et al.* (2015), han informado sobre la importante respuesta a la inoculación en plantas de la familia de las leguminosas. La inoculación fue la tecnología que mejor resultado tuvo en la producción de fitomasa y en los parámetros hídricos evaluados. Su facilidad de aplicación y el bajo costo, permite constituirlo en una herramienta de uso estratégico en los sistemas de producción que incorporen *Vicia villosa* como cultivo de cobertura.

**Tabla 1.** Valores medios de fitomasa aérea, consumo y eficiencia del uso del agua de los tratamientos

| Tratamiento | Fitomasa aérea<br>(kg MS.ha <sup>-1</sup> ) | Consumo<br>(mm) | Eficiencia del uso<br>del agua<br>(kg MS.mm <sup>-1</sup> ) |
|-------------|---|-----------------|---|
| Vt          | 2779,04 a                                   | 358,45 b        | 7,75 a  |
| Vf          | 3088,77 a                                   | 346,95 a        | 8,90 a  |
| Vi          | 7091,41b                                    | 384,93 c        | 18,42 b   |
| Vif         | 8455,97 b                                   | 386,30 d        | 21,89 b   |

*Dentro de las columnas, letras distintas indican diferencias significativas (p < 0,01)*

## Bibliografía

01. Andriulo, A y Cordone, G. 1998. Impacto de labranzas y rotaciones sobre la materia orgánica de suelos de la Región Pampeana Húmeda. Siembra Directa (INTA, 1998). Páginas 65-85.
02. Dardanelli J, Collino D, Otegui Me y V Sadras. 2008. Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de producción de los cultivos de grano. Producción de granos bases metodológicas. UBA. Argentina. pp. 376-433.
03. Enrico, J.M., Salvagiotti, F. 2019. Efecto residual en maíz de la inoculación en arveja y vicia. Revista Para Mejorar la Producción N°58. INTA EEA Oliveros. Pag: 241-246.
04. Mc Kenzie, Rh; Ab, Middleton; Ed, Solberg; J, De-Mulder; N, Flore; Gw, Clayton & E, Bremer. 2001. Response of pea to rhizobia inoculation and starter nitrogen in Alberta. Canadian Journal of Plant Science 81:637-643.
05. Mendes, Ic; M, Hungria & Mat, Vargas. 2003. Soybean response to starter nitrogen and Bradyrhizobium inoculation on a cerrado oxisol under no-tillage and conventional tillage systems. Revista Brasileira de Ciência do Solo 27:81-87.
06. Vicario J.C., Gallarato L.A., Paulucci N.S., Perrig D.S., Bueno M.Á., Dardanelli M.S. 2015 Co-inoculation of Legumes with *Azospirillum* and Symbiotic Rhizobia. In: Cassán F., Okon Y., Creus C. (eds) Handbook for *Azospirillum*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06542-7\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06542-7_22)
07. Spinozzi, J.; Berardi, J.; Montico, S.; Di Leo, N. 2020. Cultivos de coberturas de vicias y triticale en ambientes del sur de Santa Fe. XIV Jornadas de ciencias, tecnologías e innovación. UNR. Rosario

## Evaluación de la condición física edáfica en cultivos de cobertura

José A. Berardi<sup>1</sup>, Joel I. Spinozzi<sup>1</sup>, Sergio Montico<sup>1</sup>, Emanuel Ceaglio<sup>2</sup>, Ivan Van Kruijsen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Manejo de tierras

<sup>2</sup>Dirección de campo experimental

Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Rosario. CC 14 - S2125ZAA - Zavalla – Argentina.

[jose.berardi@unr.edu.ar](mailto:jose.berardi@unr.edu.ar)

El actual sistema de producción agrícola dominante en la región pampeana, ha generado una simplificación de las áreas cultivadas bajo siembra directa, destacándose la soja como el cultivo de mayor difusión (Scaglione et al. 2020). La pérdida de materia orgánica como consecuencia de la disminución de la superficie con ganadería, la falta de rotación de cultivos y, asociado a ello, la pérdida progresiva de la estabilidad estructural y la macroporosidad edáfica, constituyen las principales causas que explican los problemas de compactación en los suelos de la región. La compactación de los suelos afecta la producción de cultivos, particularmente en años secos, debido a su impacto negativo sobre la disponibilidad del agua del suelo y el crecimiento y desarrollo de las raíces (Elisei, 2013). En este contexto, una alternativa para mejorar estos sistemas agrícolas degradados, es la incorporación de cultivos de cobertura (CC) con la finalidad de aumentar o mantener los niveles de carbono orgánico y mejorar las condiciones físicas del suelo a partir del aumento en el aporte de residuos orgánicos (Restovich, 2010; Miranda, 2012). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes CC sobre la condición física edáfica. El experimento se realizó en el Campo Experimental Villarino de la UNR (33° 2'14.54"S; 60°53'11.39"O), en un suelo Argiudol vértico serie Roldán (horizonte superficial 0-20 cm: arcilla 25,1%; arena 2,4 %; limo 73,5%) sobre rastros de soja. Los tratamientos evaluados fueron: vicia (*Vicia villosa*), triticale (*x Triticosecale Wittmack*), policultivos (mezcla polifítica) y un control sin CC. El policultivo consistió en avena (*Avena sativa*), raigrás (*Lolium perenne*), vicia (*Vicia villosa*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). La siembra de los CC se realizó el 11 de mayo de 2020 bajo siembra directa y las densidades utilizadas fueron: vicia, 28 kg ha<sup>-1</sup>; triticale, 90 kg ha<sup>-1</sup>; policultivo: 30, 30, 15 y 1,3 kg ha<sup>-1</sup> de avena, raigrás, vicia y trébol blanco, respectivamente. La supresión del crecimiento de los CC se efectuó químicamente el 14 de octubre de 2020. El total del ciclo de los CC fue de 155 días durante los cuales se registraron un total de 77 mm de precipitaciones. Al momento de secado de los CC, se midió resistencia mecánica a la penetración (RP; MPa) con un penetrómetro digital de cono (30°) con registro a intervalos de 2,5 cm (n=18) y se ajustaron los valores al 18% de humedad. También se midió infiltración (I; mm.h<sup>-1</sup>) mediante infiltrómetros de anillo simple (n=18). Además, se realizó la valoración de la Calidad Cultural Superficial del Suelo (CCSS) a partir de la metodología de Montico y Di Leo (2015), evaluándose: rugosidad (R), encostramiento superficial (Es), espesor del horizonte superficial (Ehs), actividad biológica (Ab), calidad de la estructura superficial (Ces), infiltración potencial (Ip), tipo de grietas (Tg) y desarrollo radical (Dr). La CCSS se valora según una escala cualitativa-cuantitativa, de modo que el valor cuantitativo de cada atributo es ponderado por su incidencia sobre el resultado final de la CCSS de acuerdo al siguiente polinomio:  $CCSS = R*0,05 + Es*0,10 + Ehs*0,20 + Ab*0,05 + Ces*0,20 + Ip*0,10 + Tg*0,10 + Dr*0,20$ . La clasificación de la CCSS corresponde a las siguientes categorías: 1,00-1,80 (Malo), 1,80-2,60 (Regular), 2,60-3,40 (Bueno), 3,40-4,20 (Muy bueno). Se establecieron sitios fijos de muestreo, y con el criterio de pseudoreplicación simple se compararon estadísticamente los tratamientos mediante un ANOVA y un test de comparación de medias de Fisher ( $p < 0,05$ ). Los valores medios de las variables analizadas se presentan en la Tabla 1. Se hallaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en RP, vicia presentó el menor valor con respecto al control sin CC, el cual registró el mayor (+24,6%). En cuanto a los tratamientos triticale y policultivos, no hubo diferencias entre ellos. Respecto a CCSS, el control sin CC y triticale se diferenciaron significativamente entre ellos ( $p < 0,05$ ) y también con respecto a vicia y policultivos como CC, los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí. Se advierte que los CC mejoran la CCSS tal como lo reportaron

Scaglione et al (2020). Los tratamientos no fueron diferentes en infiltración. A partir de estos resultados, se destaca el efecto positivo de los CC, particularmente de vicia, sobre la estructura del suelo, lo que podría estar asociado a las raíces y su influencia en la porosidad (Restovich, 2011; Gudelj, 2016). No obstante, es conveniente mencionar que la exploración radical pudo resultar afectada por las escasas precipitaciones que se registraron durante el período de desarrollo de los CC. Ello influyó negativamente en la RP y en la formación de grietas y flujos preferenciales para el ingreso de agua al perfil del suelo, lo cual podría explicar también la similitud entre las tasas de infiltración. Los CC tienen efectos positivos en la condición física edáfica de los suelos con algún grado de deterioro. Dichos efectos, se potencian en años climáticamente mas favorables para el desarrollo de los CC, por lo que se necesitarían mas años de estudio con situaciones climáticas mas variables.

**Tabla 1.** Valores medios de resistencia mecánica a la penetración, infiltración y calidad cultural superficial del suelo de los tratamientos.

| Tratamiento  | Resistencia mecánica a la penetración (KPa) | Infiltración (mm.h <sup>-1</sup> ) | Calidad Cultural Superficial del Suelo |
|--------------|---|------------------------------------|--|
| Testigo      | 3046,68 b                                   | 12,59 a                            | 1,89 a                                 |
| Vicia        | 2444,91 a                                   | 9,83 a                             | 2,37 c                                 |
| Triticale    | 2851,65 ab                                  | 15,05 a                            | 2,21 b                                 |
| Policultivos | 2649,48 ab                                  | 15,57 a                            | 2,36 c                                 |

Dentro de las columnas, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0,05$ )

## Bibliografía

01. Elisei, J. 2013. Efecto del uso de diferentes escarificadores sobre las propiedades físicas de suelo y de cultivo en la secuencia maíz-soja. Tesis para optar al título de Magister en manejo y conservación de recursos naturales. F.C.A. U.N.R.
02. Gudelj, O.E.; Pochettino, P.A. y C.M.Galarza. 2016. Efecto del cultivo de cobertura y la fertilización sobre propiedades físicas de un Argiudol. XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. "Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo". Comisión 4: Manejo, Conservación y Ordenamiento de Suelos y Aguas. Riego y Drenaje. Río Cuarto, Córdoba. Rep.Argentina.
03. Miranda, W., Scianca, C., Barraco, M., Álvarez, C., Lardone, A. 2012. Cultivos de cobertura: Dinámica del agua luego de dos momentos de secado. Memoria técnica 2011-2012. INTA EEA. Gral Villegas.
04. Montico, S. y Di Leo, N. (2015). "Evaluación de perfiles culturales en ambientes degradados por erosión hídrica". Ciencia. Docencia y Tecnología 26(51): 395-403.
05. Pires Da Silva, A.; Inhoff, S. y Corsi, M. 2003. Evaluation of soil compaction in anirrigated short duration grazing system. Soil & Tillage Research 70(1): 83-90.
06. Restovich, S.B; Torti, M.J.; Colombini, D.A.; Andiulo, A.E. 2010. Evolución de algunas propiedades físicas y químicas edáficas durante la implementación de cultivos de cobertura en la secuencia Soja-Maíz. En: Actas XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.
07. Restovich, S.B.; Andiulo, A. E.; Améndola, C. 2011. Introducción de cultivos de cobertura en la rotación soja-maíz: efecto sobre algunas propiedades del suelo.
08. Scaglione, J.; Montico, S.; Montero, G.A.; Berardi, J.A. 2020. Cambios en la calidad física y cultural del suelo asociados a la inclusión de cultivos de cobertura en una secuencia rotacional. Revista AGROMENSAJES FCA. UNR - [páginas 33-36]

## Evaluación del agua del suelo y la producción de fitomasa de cultivos de servicios

Joel Spinozzi<sup>1</sup>, José Berardi<sup>1</sup>, Emanuel Ceaglio<sup>2</sup>, Iván Van Kruiser<sup>2</sup>, Sergio Montico<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Manejo de Tierras, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

<sup>2</sup>Campo Experimental, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

<sup>3</sup>IICAR-CONICET.

[joelspinozzi@gmail.com](mailto:joelspinozzi@gmail.com)

Los cultivos de servicios (CS) tienen un rol preponderante en los sistemas de producción agrícola. Su incorporación brinda importantes beneficios en el control de malezas invernales y estivales, fijación de nitrógeno atmosférico, aumento de la infiltración, incremento en la eficiencia del uso del agua, disminución de la evaporación del agua del suelo, reducción del escurrimiento superficial y el control de la erosión hídrica y eólica (Baigorria, 2010; Schipanski et al., 2014). El objetivo de este trabajo fue evaluar parámetros hídricos edáficos y producción de fitomasa aérea en cultivos de cobertura. El experimento se realizó en el Campo Experimental Villarino de la UNR (33° 2'14.54"S; 60°53'11.39"O), en un suelo Argiudol vértico (horizonte superficial 0-20 cm: arcilla 25,1%; arena 2,4 %; limo 73,5%), sobre rastrojos de soja de primera. El experimento está previsto a tres años en una secuencia rotacional, en este trabajo se evalúan los cultivos de servicios del primer año. La siembra se efectuó el 6 de mayo. Los tratamientos evaluados fueron: vicia (*Vicia villosa*) sucesor maíz (*Zea mays*) (Vicia-Maíz), triticale (*x Triticosecale Wittmack*) sucesor soja (*Glycine max*) (Triticale-Soja), policultivo sucesor maíz (Policultivo-Maíz), policultivo sucesor soja (Policultivo-Soja), testigo sin CS sucesor maíz y testigo sin CS sucesor soja. El policultivo consistió en una mezcla de avena (*Avena sativa*), raigrás (*Lolium perenne*), vicia (*Vicia villosa*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Durante el período evaluado las precipitaciones fueron 77 mm. A la siembra de los CS se tomaron muestras de suelo para medir agua útil (AU) cada 20 cm en el espesor 0- 100 cm, se secaron en estufa a 105°C hasta peso constante, y por el método gravimétrico se obtuvo el contenido de agua. A los 136 días después de la siembra, se suprimió químicamente los CS y se tomaron muestras para determinar AU y fitomasa aérea (FA) en todos los tratamientos. Con los contenidos de AU al inicio y al final de los CS, y la cantidad de precipitaciones acumuladas durante ese período, se procedió al cálculo del uso consuntivo (UC) (Duval et al., 2015; Capurro, 2017). Las muestras de FA se tomaron con aros de 0,25 m<sup>2</sup> (n=36), se secaron en estufas a 60°C hasta peso constante y luego se registró el peso seco (kg MS ha<sup>-1</sup>). La eficiencia del uso del agua (EUA) se calculó mediante el cociente FA/UC (Duval et al., 2015; Capurro, 2017). El costo hídrico (CH) es una medida comparativa de la cantidad de agua almacenada en el perfil edáfico con CS en relación a la almacenada en el testigo sin CS. Se establecieron sitios fijos de muestreo en cada parcela, y con el criterio de pseudoreplicación simple se compararon los tratamientos mediante un ANOVA (p<0,01) para FA y CH y (p<0,05) para UC y EUA, respectivamente.

En la Tabla 1 se muestra la producción de fitomasa y los parámetros hídricos de los cultivos de servicios. La FA fue significativamente mayor (p<0,01) en Triticale-Soja respecto a Vicia-Maíz y Policultivo-Maíz (78,1% y 52,1%, respectivamente). En Vicia-Maíz hubo un mayor CH disminuyendo significativamente (p<0,01) y de forma decreciente según Policultivo-Maíz, Triticale/Soja y Policultivo-Soja. El CH en todos los tratamientos fue muy superior al obtenido por otros autores (Capurro, 2017; Duval et al., 2015). Respecto al UC, Vicia-Maíz y Triticale-Soja se diferenciaron de los policultivos (p<0,05), aun así estos resultados se encuentran dentro de los rangos reportados por otros autores (Fernandez et al, 2007; Fernandez et al, 2012) para años secos y húmedos. La EUA fue baja en todos los tratamientos, siendo Triticale-Soja el más eficiente (p<0,05). Los resultados obtenidos en FA y EUA fueron inferiores a los obtenidos por otros autores (Capurro, 2017; Duval et al., 2015; Berardi et al, 2020; Spinozzi et al., 2019), ello estaría relacionado con el importante déficit hídrico ocurrido durante el período evaluado (51,2% menor al histórico), por la misma causa pudo haberse incrementado el CH. Los parámetros hídricos edáficos



y la producción de fitomasa fueron disímiles entre los CS. Su evaluación posibilitó obtener información útil ante la restricción hídrica extrema.

**Tabla 1.** Producción de fitomasa y parámetros hídricos de los cultivos de servicios. Letras distintas indican diferencias significativas

| Cultivo            | Fitomasa aérea<br>(kg MS.ha <sup>-1</sup> ) | Costo hídrico<br>(mm) | Uso Consuntivo<br>(mm) | EUA<br>(kg MS.ha <sup>-1</sup> .mm <sup>-1</sup> ) |
|--------------------|---|-----------------------|------------------------|--|
| Vicia - Maíz       | 2186,67 b                                   | 141,55 a              | 192,76 ab              | 11,36 b  |
| Triticale - Soja   | 3893,33 a                                   | 98,07 c               | 207,55 a               | 18,82 a  |
| Policultivo - Maíz | 2560,00 b                                   | 112,76 b              | 174,42 b               | 14,72 ab   |
| Policultivo - Soja | 2862,22 ab                                  | 81,95 d               | 171,15 b               | 16,71 ab   |

## Bibliografía

- Baigorria, T. (2010). Bases para el manejo de vicia como antecesor del cultivo de maíz. Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Ediciones INTA, 2012. Capítulo 19, pag. 158.
- Berardi, Ja; Spinozzi, J.; Montico, S; Di Leo, N. (2020) Comparación de especies de gramíneas como cultivos de cobertura. Agromensajes, páginas 22-23. Disponible en: <https://fcagr.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/08/07-AM57.pdf>
- Capurro, J. E. (2017). Efectos de un cultivo de cobertura sobre propiedades edáficas y uso del agua en ambientes con erosión hídrica y monocultivo de soja, en el sur de la provincia de santa fe. Tesis de maestría en Manejo y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. 159 págs.
- Duval, M. E., Capurro, J. E., Galantini, J. A., & Andriani, J. M. (2015). Use of cover crops in soybean monoculture: Effects on water and carbon balance | Utilización de cultivos de cobertura en monocultivo de soja: Efectos sobre el balance hídrico y orgánico. *Ciencia Del Suelo*, 33(2), 247–261.
- Fernández, R; Quiroga, A; Arenas, F; Antonini, C & Saks, M. (2007). Contribución de los cultivos de cobertura y las napas freáticas a la conservación del agua, uso consuntivo y nutrición de los cultivos. Manual de fertilidad y evaluación de suelos. Publicación Técnica No 71. EEA INTA Anguil. Capítulo V.
- Fernández, R; A Quiroga & E Noellemeyer. (2012). Cultivos de cobertura, ¿una alternativa viable para la región semiárida pampeana? *Cienc. del suelo* 30(2): 137-150.
- Piñeiro, G.; Pinto, P.; Arana, S.; Sawchik, J.; Díaz, J.E.; Gutiérrez, J.; y Zarza, R. 2014. Cultivos de Servicio: Integrando La Ecología Con La Producción Agrícola. In XXVI Reunión Argentina de Ecología. Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.
- Schipanski, M. E., Barbercheck, M., Douglas, M. R., Finney, D. M., Haider, K., Kaye, J. P., White, C. (2014). A framework for evaluating ecosystem services provided by cover crops in agroecosystems. *Agricultural Systems*, 125, 12–22.doi:10.1016/j.agsy.2013.11.004
- Spinozzi, J; Berardi, J; Van Cruiser, I; Tamburlini, G; Montico, S; Di Leo, N. (2019). Degradación de la fitomasa aérea de cultivos de cobertura en ambientes del sur de Santa Fe. En Actas XIII Jornada de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Argentina. p 161.





## VI Jornadas de Ciencia y Tecnología de la FCA - UNR



**Facultad de Ciencias Agrarias**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

Campo Experimental Villarino  
C.C. Nro. 14 (S 2125 ZAA)  
Zavalla - Santa Fe - Argentina  
Tel.: +54 0341 4970080

<https://fcagr.unr.edu.ar>

