

RITA

REVISTA DE
TECNOLOGÍA
AGROPECUARIA

TEC
NO
LO
GÍ
A
GRO
PE
CUA
RIA



INTA // Ediciones

STAFF

Editor Responsable:

Dr. (MSci) Ing. Agr. Juan Mattera

Comité Editor:

Dra. (MSci) Ing. Agr. Silvana B. Restovich
Dra. (MSci) Ing. Agr. Raquel Defacio
Dra. (MSci) Ing. Agr. Silvana M. Cabrini
Méd. Vet. Virginia Fain Binda
Ing. Agr. (MSci) Javier Elisei
Ing. Agr. (MSci) José A. Llovet
Dr. (MSci) Ing. Agr. Horacio Acciaresi

Diseño y Edición:

Lic. DG. Georgina Giannon

Colaboración Fotográfica de Portada:

Héctor Alberto Zeballos

Colaboradora de Edición:

Lic. Mónica Coronel

Director EEA Pergamino:

Dr. (MSci) Ing. Horacio Acciaresi

Director del Centro Regional

Buenos Aires Norte:

Dr. Ing. Agr. Hernán Trebino

DATOS EDITORIALES

Vol. 11. N° 43

Diciembre 2023.

Pergamino, Bs. As., Argentina

ISSN Digital 2469-164X

Estación Experimental Agropecuaria
INTA Pergamino - Buenos Aires
Av. Frondizi (Ruta Prov. 32) km. 4,5
2700 - Pergamino
Tel.: 02477 439000
<http://argentina.gob.ar/inta>
rita.intapergamino@gmail.com



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina

Esta publicación es propiedad del Instituto Nacional
de Tecnología Agropecuaria. RP 32, km. 4,5.
Pergamino. Buenos Aires, Argentina.

SUMARIO

5

Dispersión de semillas de Capín (*Echinochloa colona*) asociada a la germinación y crecimiento de plántulas

Gabriel Picapietra y Horacio Acciaresi.

11

Eficiencia productiva del sistema de cama profunda

Constanza Stoppani, María Suárez del Cerro, Marcos Pobliti y María José Beribe.

17

Intensificación productiva: comparación de modelos de fertilización para la región núcleo pampeana

Gustavo Ferraris, Martín Díaz Zorita y Andrés Grasso.

23

Mezclas de cultivos de cobertura y su impacto sobre la multifuncionalidad de los agroecosistemas

Silvina Restovich, Adrián Andriulo y Silvina Portela.

29

Producción de materia seca en germoplasma de agropiro alargado creciendo bajo anegamiento y sequía

Oriana Ferraro, Miranda Leguizamón, Ivana Varea, Roque Guillén y Mariela Acuña.

34

Suministro de nitrógeno en soja. ¿Fijación biológica o fertilización química?

Gustavo Ferraris y Santiago de Achaval.

41

Evolución del peso de las cosechadoras de granos ofrecidas en el mercado argentino

Javier Elisei.

45

Análisis económico de propuestas para la intensificación sostenible en el norte de Buenos Aires

Francisco Fillat, Priscila Cano y Silvina Cabrini.

51

Comparación del método de secado tradicional y ultrasecado en semillas de tres razas de maíz (*Zea mays L.*)

Mariana Fernandez, Miriam Arango y Raquel Defacio.

56

Tesis Doctoral Los cultivos de cobertura con filtros bióticos característicos en el ensamblaje de la comunidad de malezas de sistemas agrícolas extensivos

María Victoria Buratovich.

59

Tesis de Maestría Efecto de *Lactobacillus salivarius* sobre la microbiota intestinal, el estado sanitario y el desempeño productivo de cerdos en etapa de recría

Constanza Laura Stoppani.

61

Tesis de Maestría Una mirada sistémica al proceso de difusión de la información meteorológica y climática para la toma de decisiones de los productores agropecuarios en el norte de la prov. de Bs. As.

Cristián Zuchini.

63

46° Congreso Argentino de Producción Animal Innovaciones para sistemas sustentables

Omar Scheneiter.

66

IV Congreso Argentino de Malezas | ASACIM Ciencia, producción y sociedad: hacia un manejo sustentable

Gabriel Picapietra, María Buratovich y Horacio Acciaresi.

70

XXXI Congreso de AAPRESID "C, elemento de vida"

Alicia Irizar.

72

Semblanza Dr. Alfredo Cirilo

Editorial

Estimados Lectores:

Un nuevo número de la Revista de Tecnología Agropecuaria ha sido publicado y con ello nuestra Experimental sostiene y renueva el compromiso con la innovación tecnológica y el desarrollo territorial, aportando a la misión institucional y componentes estratégicos.

La permanencia de la RTA a través del compromiso y trabajo de los equipos de investigación y extensión es un claro ejemplo del acompañamiento permanente de nuestra EEA y Territorio como actor relevante en el sistema productivo de la Región.

Ello ha sido así desde la década del '90 donde ese compromiso se ha ido trasladando de una generación a otra lo que hace posible mantener nuestra Revista como instrumento que visibiliza el accionar en los distintos campos de acción de nuestra Institución.

Es importante destacar como a través de la renovación de las estructuras de gestión y equipos de trabajo, se mantiene la esencia de sostener y aportar al desarrollo territorial que se canaliza entre otros muchos medios por nuestra Revista.

Como surge de la política institucional, la RTA presenta un panorama variado de enfoques que contribuyen a la innovación tecnológica, a la generación de conocimiento, a la intervención territorial, la formación de capital humano, aspectos que son abordados en el presente número.

Es oportuno agradecer a todos los miembros de nuestra EEA que han aportado con esfuerzo y responsabilidad al sostenimiento no sólo de la Revista, si no de todo Inta Pergamino. Es gracias a ellos que nuestra Institución resulta posible y se constituye en un actor relevante del Territorio.

En el contexto de la alegría institucional que implica cada nuevo número de la RTA, existe una pátina de profunda tristeza debido al fallecimiento de nuestro querido compañero y amigo, el Dr. Alfredo Cirilo. Más allá de los innumerables aportes que Alfredo ha realizado en su desempeño profesional, es importante destacar todo su trabajo y compromiso permanente con la RTA desde los diferentes lugares que asumió con entusiasmo y genuina responsabilidad. Es momento asimismo de

destacar la calidad humana de Alfredo como así la ética y nobleza profesional que lo caracterizó. Te echaremos de menos Alfredo.

Hasta el próximo número...

Dr. (MSci.) Horacio Acciaresi

Director | EEA Inta Pergamino

01

Dispersión de semillas de Capín (*Echinochloa colona*) asociada a la germinación y crecimiento de plántulas

GABRIEL PICAPIETRA^{1, 2}
Y HORACIO ACCIARES^{1, 3}

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Malezas. (Argentina).

² Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (UNNOBA), Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales, Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

³ Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), La Plata, Buenos Aires, Argentina.

El éxito de una maleza depende, entre otros atributos, de la capacidad de dispersión de sus propágulos. Este proceso se favorece en especies que producen grandes cantidades de semillas dentro de un cultivo, antes de la cosecha. Tanto por vías naturales o antrópicas, la liberación de semillas de la planta madre en distintos momentos podría impactar diferencialmente en el ingreso al banco de semillas del suelo.

Palabras clave: Abscisión, Cosecha, Malezas, Dormición.

Introducción

La lluvia de semillas es un evento demográfico de gran importancia en las malezas pues su consecuencia es la reposición y restablecimiento del banco de semillas del suelo, dependiendo intrínsecamente de la estrategia de dispersión. Dentro de las formas de dispersión, la barocoría que no es un verdadero mecanismo de dispersión, sino la ausencia de estructuras para alejar a la semilla de la planta madre, es mediado por la gravedad, donde las semillas se desprenden debido a la rotura o flexión del cáliz o de la planta completa (Benvenuti, 2007).

En este tipo de estrategia, reportada en más del 70% de los casos de dispersión de las malezas, los propágulos pueden permanecer dentro de un cáliz y por causas naturales o antrópicas, liberarse a lo largo de un determinado tiempo (Rejmánek *et al.*, 2005). Precisamente, la magnitud del tiempo de liberación de semillas puede incidir en la maduración de las semillas en la planta madre y, consecuentemente, en diversas características de las semillas que prevalecerán en el banco de semillas del suelo.

La permanencia de los propágulos en la planta madre puede definir rasgos de las semillas, incluidas en el conjunto de caracteres de efecto materno, durante el proceso de maduración, donde se encuentran la acumulación de reservas, la determinación del tamaño de las semillas y las características asociadas a la dormición (Fernández Farnocchia *et al.*, 2021). En estudios previos en capín (*Echinochloa colona*), una de las malezas más importantes en los cultivos de verano, se han reportado diferentes respuestas germinativas en función a los niveles de maduración de semillas (Picapietra *et al.*, 2021).

De acuerdo a lo anteriormente descrito resulta importante caracterizar la dormición de las semillas y el crecimiento de las plántulas de *E. colona* en función del momento en que las semillas se desprenden de la planta madre, de manera tal de relacionar el momento en el que ocurre la lluvia de semillas con la respuesta germinativa y la acumulación de biomasa aérea de las plántulas.

Materiales y Métodos

El experimento se condujo en la EEA INTA Pergamino en la cámara de crecimiento de malezas, bajo condiciones controladas, con fotoperíodo de 10 h y temperatura constante de 26 °C.

Recolección de las muestras de semillas

Las semillas se obtuvieron de un lote enmalezado con predominancia de *E. colona* donde se cultivaba soja. Se practicaron cuatro momentos de muestreo (tiempo de cosecha), planificados entre los 1500 y 2000° Cd del período de emergencia de la maleza, que consistieron en la extracción manual de semillas de ochenta panojas de ecotipos erectos seleccionadas al azar, realizados el 1/2, 15/2, 1/3 y 15/3 de 2018

y 28/1, 11/2, 23/2 y 5/3 de 2020. Cada una de las muestras fue dividida en dos grupos de semillas, según la coloración de las glumas en verdes (V) y marrones (M), se determinó el contenido de humedad de las muestras y se almacenaron en cámara oscura y seca por siete meses. Luego de este período se procedió a la evaluación de la respuesta germinativa.

Siembra, germinación y crecimiento de plántulas

Se sembraron veinte semillas de cada uno de los grupos sobre papel embebido con 15 ml agua en cajas plásticas cubiertas, con seis repeticiones, y fueron colocadas en la cámara con condiciones controladas. Las evaluaciones de germinación se realizaron a los 4, 7, 11 y 14 días después de la siembra. Se cuantificó el número de semillas que presentaron la emergencia de la radícula y coleoptile y se calculó el porcentaje de germinación (%G) como el cociente entre la cantidad de semillas germinadas sobre las semillas sembradas.

Una vez concluida la etapa de evaluación de la respuesta germinativa, se tomaron tres plántulas al azar de cada uno de los momentos y coloración de glumas, de manera tal que se obtuvieron 24 plántulas, las cuales fueron trasplantadas en contenedores plásticos. Fueron cultivadas en la misma cámara durante 46 días más y, finalmente, se realizó un corte a nivel de la superficie para extraer la parte aérea de la planta, la cual se colocó en sobres de papel y se enviaron a una estufa a 52 °C por 72 hs para determinar la materia seca aérea de cada planta (MSA, g/pl).

Análisis Estadístico

El análisis de la respuesta germinativa se llevó a cabo mediante el ajuste de modelos lineales generales y mixtos (MLGM) como medidas repetidas en el tiempo, donde el efecto tratamiento (con arreglo factorial entre el tiempo de cosecha y color de glumas), el momento de evaluación y su interacción correspondieron a la parte de efectos fijos, mientras que la unidad experimental (bandeja) fue la parte aleatoria. Posteriormente se analizó la MSA, también, mediante el ajuste de MLGM con arreglo factorial, donde se incluyó al tiempo de cosecha, el color de glumas y su interacción como efectos fijos.

En ambos análisis, las comparaciones de medias se realizaron mediante el test de comparaciones múltiples (DGC, $\alpha=0,05$). Los datos fueron analizados en el software estadístico Infostat versión 2020p.

Resultados y Discusión

Respuesta germinativa

En el análisis de la germinación se observó que la variable "año" no fue significativa ($p>0,05$) por lo que los dos años fueron utilizados como un duplicado de la repetición. Por el contrario, las variables "tiempo de cosecha" y "color de glumas" y su interacción en función del momento de evaluación fueron estadísticamente significativas ($p<0,0001$).

En primer lugar, se observó que las semillas de color verde, con un menor grado de madurez, presentaron un mayor contenido de humedad ($20,1\pm 0,8\%$) que las

semillas con glumas de color marrón ($16,0\pm 2,4\%$). Esta diferencia tuvo un impacto significativo ($p<0,0001$) en favor de las semillas verdes, las cuales tuvieron una respuesta germinativa de 23 puntos porcentuales más que las semillas marrones. Tal como indicaron Leprince *et al.* (2017), pueden no existir diferencias entre semillas con diferentes contenidos de clorofila, aunque la degradación posterior podría influir en la viabilidad de las semillas, aunque este aspecto no ha sido evaluado en este experimento.

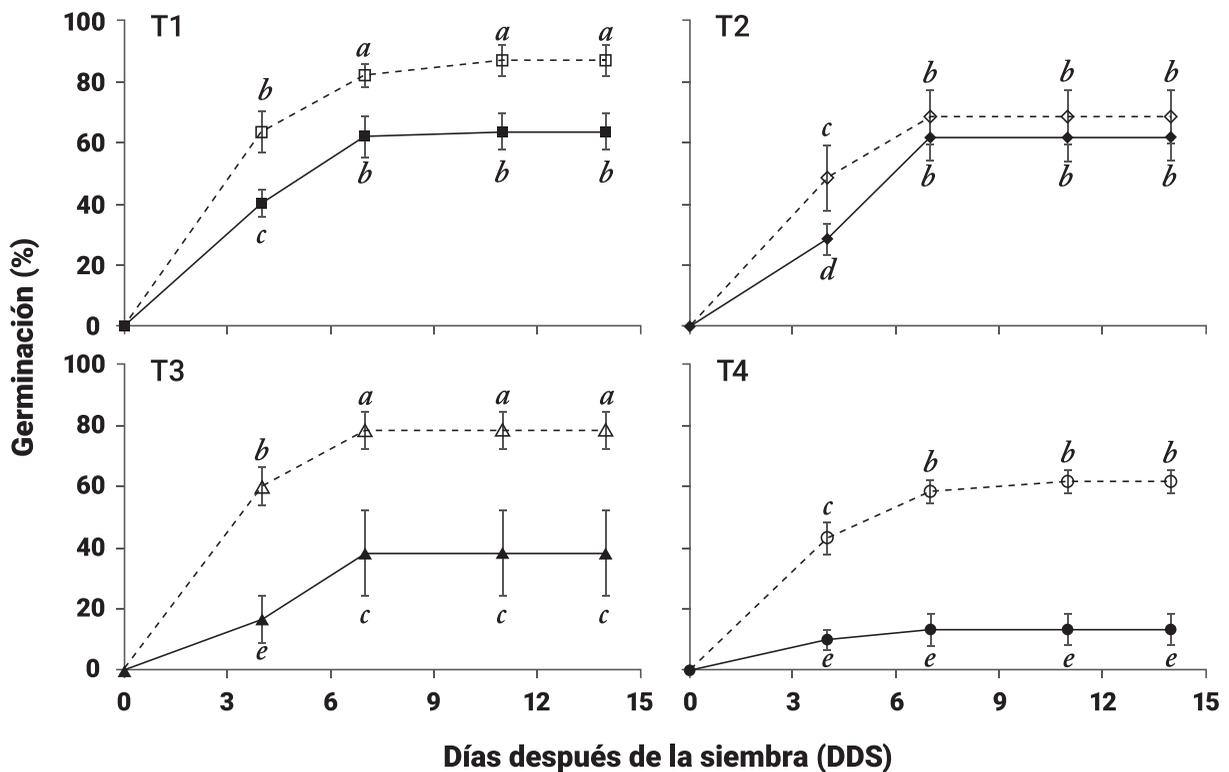


Figura 1. Germinación de semillas de *E. colona* obtenidas en 2018 y 2020 en cuatro momentos diferentes anteriores a la cosecha del cultivo de soja, desde fines de enero/principios de febrero (T1), mediados de febrero (T2), fines de febrero/principios de marzo (T3) y entre principios/mediados de marzo (T4). Evaluación de la respuesta germinativa de semillas con dos coloraciones de glumas: semillas verdes (línea segmentada) y semillas marrones (líneas enteras). Letras distintas indican diferencias significativas (Test DGC, $\alpha=0,05$).

Por otra parte, el tiempo de cosecha de las semillas fue significativo ($p<0,0001$) en la respuesta germinativa, donde se observó alrededor del 55% de semillas germinadas en la cosecha temprana (fin de enero-principio de febrero) (figura 1, T1), mientras que en la cosecha tardía (marzo) este valor fue de 28% (figura 1, T3). Este aspecto resulta interesante debido a que las semillas que pueden desprenderse tempranamente de la planta madre poseen menores niveles de dormición que las que lo hacen de manera tardía. Es decir, la dispersión se puede iniciar mucho antes de la cosecha del cultivo, de manera natural o antrópica, y las semillas que pueden ingresar al banco de semillas del suelo poseen menos requisitos para la germinación.

Crecimiento de plantas

La MSA acumulada de las plantas después de 60 días desde la siembra tuvo una respuesta significativa tanto para las variables tiempo de cosecha de las semillas, como la coloración de las glumas y su interacción ($p<0,0001$) (figura 2). De forma inversamente proporcional a la respuesta germinativa, las

semillas que fueron cosechadas más tarde y las de color marrón fueron las que dieron origen individuos que acumularon una mayor cantidad de materia seca aérea ($p<0,0001$). De los dos aspectos evaluados,

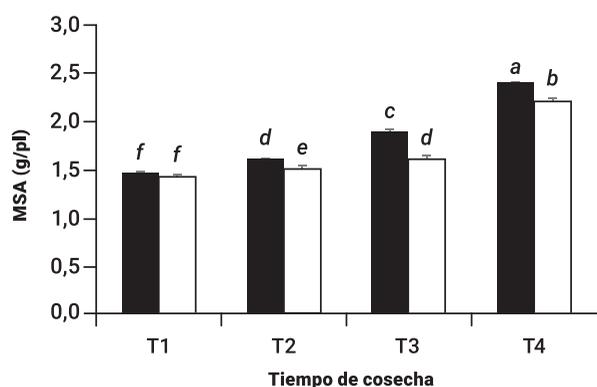


Figura 2. Materia seca aérea de plantas (MSA, g/pl) de *E. colona* a los 60 días después de la siembra, originadas de semillas obtenidas en 2018 y 2020 en cuatro momentos diferentes anteriores a la cosecha del cultivo de soja, desde fines de enero/principios de febrero (T1), mediados de febrero (T2), fines de febrero/principios de marzo (T3) y entre principios/mediados de marzo (T4). Comparación de las dos coloraciones de glumas: semillas verdes (barras vacías) y semillas marrones (barras llenas). Letras distintas indican diferencias significativas (Test DGC, $\alpha=0,05$).

el tiempo de cosecha fue el más relevante debido a lo observado en la comparación de medias de la interacción tiempo de cosecha*coloración de las glumas (figura 2).

Este aspecto concuerda con los postulado por Leprince *et al.* (2017) quienes destacan la maduración tardía en la planta madre por diversos atributos

que benefician finalmente a sus propágulos, entre ellos, que una cosecha temprana puede significar una menor longevidad de las semillas, un menor vigor inicial y una deficiente implantación de plántulas originadas debido a que aún no han adquirido todas las características relacionadas con el vigor de las semillas.

Conclusiones

Los resultados del presente trabajo permiten concluir que las semillas de *E. colona* que aún no se encuentran completamente maduras, identificadas por la coloración verde de las glumas, y que pueden ser liberadas de manera anticipada a la cosecha del cultivo de soja, poseen menos requerimientos para la germinación. Sin embargo, las semillas obtenidas de manera tardía y de color marrón son las que darán origen a plantas más vigorosas, probablemente por

haber completado adecuadamente el proceso de maduración tardía en la planta madre.

Este hecho resalta la importancia de que las semillas de la maleza que se liberan al momento de la cosecha del cultivo son las que tendrán un mayor potencial adaptativo, sumado a que las actividades relacionadas a la cosecha beneficiarán su dispersión.

Bibliografía

Benvenuti, S. 2007. *Weed seed movement and dispersal strategies in the agricultural environment*. En: *Weed Biology and Management* 7(3):141-57.

Fernández Farnocchia, R. B.; Benech - Arnold, R. L.; Mantese, A.; Batlla, D. 2021. *Optimization of timing of next-generation emergence in *Amaranthus hybridus* is determined via modulation of seed dormancy by the maternal environment*. En: *Journal of Experimental Botany* 72:4283-4297.

Leprince, O.; Pellizzaro, A.; Berriri, S.; Buitink, J. 2017. *Late seed maturation: drying without dying*. En: *Journal of Experimental Botany* 68(4):827-841.

Picapietra, G.; Tiesca, D.; Acciaresi, H. 2021. *El grado de madurez de semillas de capín (Echinochloa colona L.) y su relación con la germinación*. [Resumen]. En: III Congreso Argentino de Malezas. 9 al 10 junio, on-line, Argentina. Asociación Argentina de Ciencia de las Malezas.

Rejmánek, M.; Richardson, D. M.; Higgins, S. I.; Pitcairn, M. J.; Grotkopp, E. 2005. *Ecology of invasive plants: state of the art. Capítulo VI*. En: Mooney, H.A.; Mack, R.N.; McNeely, J.A.; Neville, L.E.; Schei, P.J.; Waage, J.K. (Eds). *Invasive alien species. A new synthesis*. Scope-Scientific Committee on Problems of the Environment, 63. Island Press, USA., 104-159 p.

02

Eficiencia productiva del sistema de cama profunda

CONSTANZA STOPPANI^{1,*}
MARÍA SUÁREZ DEL CERRO¹, MARCOS POBLITI Y MARÍA JOSÉ BERIBE²

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, Sector Porcino (Argentina).

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, Sector Estadística (Argentina)

* stoppani.constanza@inta.gob.ar

El sistema de cama profunda utilizado para engorde de cerdos permite alcanzar resultados productivos similares a un sistema confinado incurriendo en menores costos de inversión inicial, generando efluentes sólidos y con mejor bienestar animal. La evaluación de ciertos parámetros productivos permite adecuarlas prácticas de manejo y el uso de insumos para lograr la mejor eficiencia posible.

Palabras clave: Producción porcina, Wean to finish, Efluentes sólidos, Bienestar animal.

Introducción

El engorde de cerdos en cama profunda (CP) surge como una alternativa para mejorar la eficiencia de producción sin incurrir en los costos que implica un sistema de producción confinado tradicional o "full slat". Los túneles de CP son estructuras sencillas. Gracias a su orientación, que siempre debe ser en el sentido de los vientos predominantes de la zona, se asegura una correcta ventilación. Esto permite el recambio de aire interno para mantener la temperatura y eliminar el exceso de gases (CO_2 , NH_3 , CH_4 , H_2S) (Brumm *et al.*, 2004).

Las dimensiones pueden ser variables, aunque siempre respetando ciertas proporciones: su largo no debe ser más que el ancho multiplicado por tres, y su alto debe ser la mitad del ancho. En un extremo, sobre piso de concreto, se ubican los comederos y bebederos. Sobre la superficie restante del túnel se

coloca una abundante cama de algún material vegetal voluminoso que cumple distintas funciones (Brumm *et al.*, 2004; Spinollo y Campagna, 2017):

- Absorbe las excretas de los cerdos, disminuyendo la volatilización de amoníaco y otros gases, mejorando la calidad del aire y disminuyendo la incidencia de enfermedades respiratorias (disminución de más del 50 % de emisión de amoníaco en comparación con los sistemas de piso de concreto).
- Permite regular la temperatura interna del túnel.
- Promueve el comportamiento exploratorio natural de los cerdos, reduciendo el estrés de los animales y repercutiendo favorablemente sobre los indicadores productivos.
- Evita el descolado (práctica comúnmente utilizada en granjas confinadas para evitar la caudofagia).
- No se generan efluentes líquidos, lo que evita incurrir en gastos de infraestructura para su tratamiento (llegan a representar más del 50 % de la inversión inicial) y disminuye el riesgo de contaminación de aguas subsuperficiales. El residuo final es efluente sólido (cama+ orina+ heces) que luego de un correcto compostado y estabilizado podría utilizarse como enmienda para agricultura.

De lo anteriormente mencionados resaltan que, en este sistema de engorde de cerdos, la cama de paja es fundamental y cumple múltiples funciones. Sumado a las ya dichas, permite alcanzar resultados productivos similares a sistemas de engorde confinados incurriendo en menores costos de infraestructura (Spinollo y Campagna, 2017).

El presente trabajo se realizó con el objetivo de demostrar la eficiencia de producción del sistema de CP para el engorde de cerdos desde el destete hasta la terminación (wean to finish).

Desarrollo

El sistema de cama profunda se instaló en la Unidad Demostrativa Porcina (UDP) ubicada en la EEA INTA Pergamino. Desde el año 2018 al 2021 inclusive se evaluaron 5 ciclos de engorde en CP con un total de 410 animales. Se utilizaron 2 galpones ubicados en dirección N - S, de 8 m ancho x 24 m de largo x 4 m de alto, con una plataforma de concreto de 2 x 8 m,

donde se ubican los comederos (seco-húmedo) y los bebederos (chupete con cazoleta).

Los animales fueron alimentados con un presupuesto alimenticio ajustado según requerimientos nutricionales de cada categoría (Recría: R, Desarrollo: D y Terminación: T).

Se realizaron 5 repeticiones (REP), cada una se correspondió con la progenie de una banda de cerdas de la UDP. Al cuarto día de vida, se realizaron las maniobras zootécnicas sobre los lechones (castración, señalada y aplicación de hierro intramuscular). Cabe destacar que la técnica de descole, normalmente utilizada en confinamiento, no se realizó en ningún animal. Al finalizar la lactancia (duración promedio: 19 días) los lechones se pesaron individualmente y se vacunaron

contra Mycoplasma y Circovirus porcino, siguiendo el plan sanitario del establecimiento. En la tabla 1 se muestran, la cantidad de animales engordados por REP, el peso al destete o peso inicial, la duración de la lactancia y la estación del año en el que inició cada período de engorde.

Tabla 1. Características de las repeticiones evaluadas.

REP ¹	Estación de Inicio (V ² , I ³)	Animales (N°)	Lactancia (Ds ⁴)	Peso DDT ⁵ (kg)	Peso FR ⁶ (kg)	Peso FD ⁷ (kg)	Peso FT ⁸ (kg)	CT ⁹ (kg)	CA ¹⁰	Días a venta
1	V	102	20	5,49	30,24	70,27	106,3	244	2,42	144
2	I	67	19	5,75	32,86	66,87	109,7	289	2,78	144
3	I	65	20	6,81	32,26	76,66	107,6	254	2,52	147
4	V	83	19	6,01	30,29	62,38	113,0	239	2,24	152
5	V	93	21	6,15	35,19	67,88	111,8	224	2,13	142

1: repetición; 2: verano; 3: invierno; 4: días. 5: destete; 6: fin de recría; 7: fin desarrollo; 8: fin terminación; 9: consumo total; 10: conversión alimenticia.

Con el fin de calcular la ganancia de peso (GP), los animales se pesaron individualmente al finalizar cada categoría de engorde (fin recría: FR; fin desarrollo: FD y fin terminación: FT). A partir del registro de alimento entregado se obtuvo el consumo total (CT), que junto a los valores de GP, fue empleado para calcular la conversión alimenticia (CA). A su vez, se contabilizaron los kg de paja de trigo utilizados como cama y la duración del engorde para cada REP (días a venta, interpretada como días de vida).

Se sumaron al análisis los registros de precipitaciones para cada período, los cuales fueron medidos en la Estación Meteorológica de la EEA INTA Pergamino.

En la tabla 1 pueden observarse los pesos alcanzados al finalizar cada etapa de engorde en las diferentes REP. Estos coinciden con lo informado por Somenzini *et al.* (2016), quienes evaluaron cuatro engordes en CP en distintas estaciones del año. Sin embargo, Spinollo y Campagna, (2017) informan mayores pesos promedio al finalizar el engorde en época estival ($127,2 \pm 2.97$ kg), lo que podría estar explicado por

tener más días a venta (172 días). Por otro lado, la CA calculada en este trabajo coincide con la reportada por dichos autores.

Según lo reportado por Honeyman *et al.* (2001), el consumo de cama varía con la estación del año, necesitándose en promedio por animal engordado 55 kg en verano y 100 kg en invierno. El mayor consumo de cama reportado en este trabajo (figura 1) estaría dado principalmente por contabilizar en el engorde la etapa de recría (tabla 1) mientras que Honeyman *et al.* (2001) iniciaron su estudio con un peso promedio de 25 kg (etapa desarrollo). En este sentido, los resultados se asemejan a lo informado por otros autores, que indican un consumo promedio de cama por animal de 133 kg, teniendo en cuenta un engorde wean to finish y promediando las estaciones del año (Spinollo y Campagna, 2017).

En esta evaluación, en las REP2 y 3, que ocurrieron en invierno (tabla 1), se utilizó en promedio 141 kg y 132 kg de cama por animal respectivamente. Mientras que las REP de verano tuvieron menores consumos

de cama por animal en promedio (CP1: 106 kg, CP5: 100 kg), coincidiendo con las tendencias de menor consumo en época estival vs mayor consumo en época invernal informadas en distintos trabajos (Honeyman *et al.* 2001; Honeyman 2005).

Por otro lado, el mayor consumo promedio de cama por animal en las REP2 y REP3 (figura 1) podrían deberse a que la superficie por animal fue superior en comparación a las demás REP, es decir se utilizó la totalidad de la superficie (192 m²) para menos animales (67 y 65 animales). Aquí se ve la importancia de respetar las superficies óptimas para este sistema de engorde, lo que permite utilizar los recursos de manera más eficiente.

A pesar de que la REP4 ocurrió en época estival, el uso de cama por animal promedio fue el máximo

registrado (148 kg/animal), lo que podría explicarse por una mayor duración del engorde (tabla 1). Cabe aclarar que las etapas de R y D tienen una duración fija de 49 y 37 días respectivamente; mientras que la etapa T es la única que sufre variación. A su vez ésta última etapa representa la de mayor consumo de cama, debido al aumento del tamaño de los cerdos, lo que implica más presión sobre la cama (incremento de deyecciones, pisoteo, etc.). Sumado a esto, durante el período que se llevó adelante la REP4 se registraron lluvias de 645 mm, lo que significó un aumento de humedad dentro de la CP, traduciéndose en un incremento del consumo de paja.

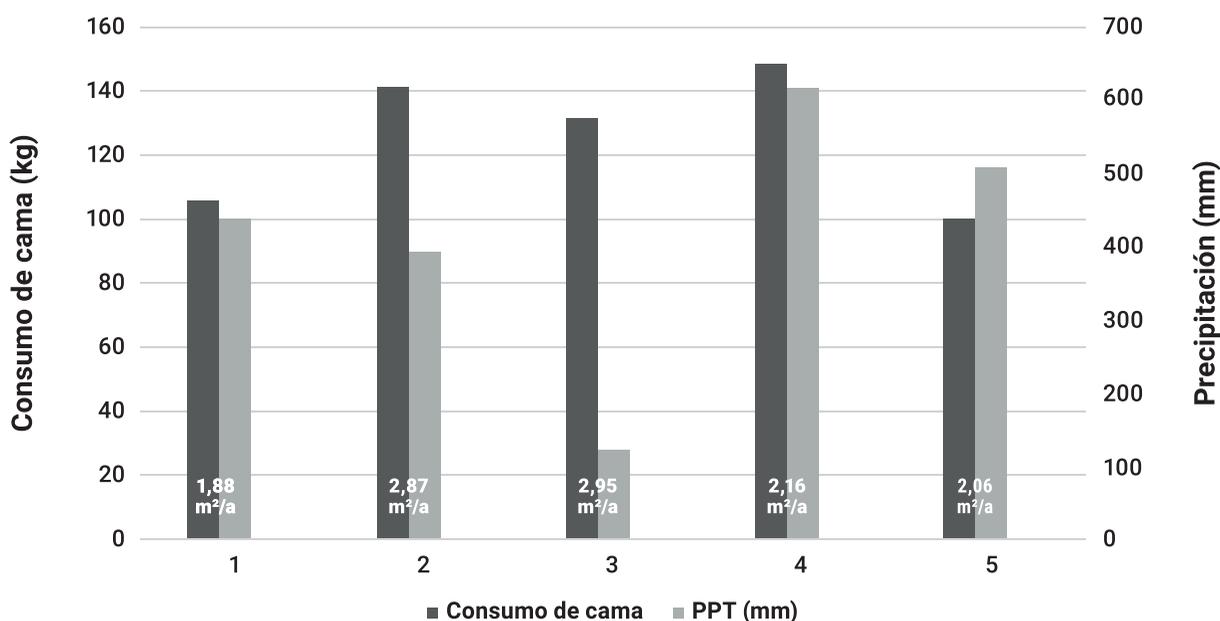


Figura 1: Relación entre la densidad animal (m²/ animal), consumo de cama de paja de trigo (kg/animal) y las precipitaciones (mm) para cada repetición en cama profunda.

Al relacionar la superficie por animal con la CA (figura 2) se observó que las REP con más superficie por animal (CP2 y CP3) no fueron las de mejor CA; como así tampoco la REP con menor superficie/animal (CP1). Siendo las REP4 y REP5 las de que mostraron menores CA y superficies/animal intermedias (entre 2,06 y 2,31 m²/animal), poniéndose de manifiesto nuevamente la importancia de respetar la densidad animal para aprovechar los recursos disponibles al máximo.

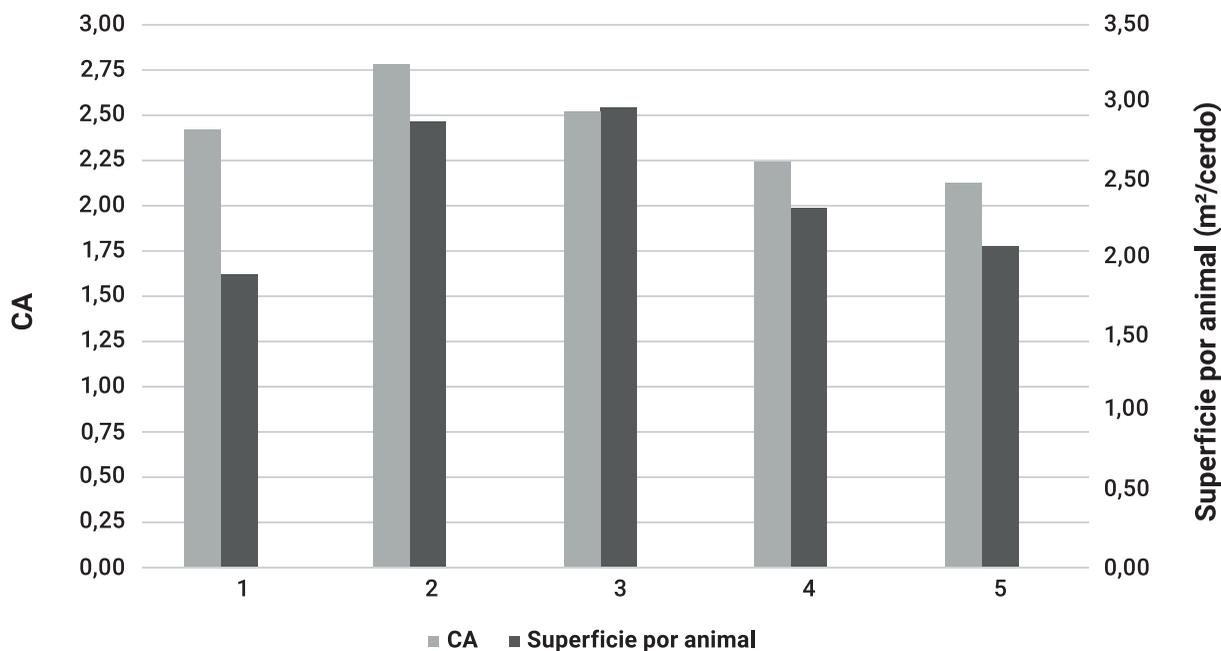


Figura 2: Conversión alimenticia y superficie por animal correspondiente a engorde de cerdos en cama profunda

Conclusiones

El sistema de cama profunda ofrece una alternativa a los sistemas confinados para el engorde de cerdos. Si bien es de suma utilidad contar con valores de referencia para las variables descriptas, para hacer el mejor uso posible de los recursos y por ende maximizar las ganancias, es recomendable recopilar la información que arroja el propio sistema y realizar una evaluación.

A partir de los resultados de este trabajo puede decirse que, bajo las condiciones descriptas, la superficie óptima por cerdo debería ser entre 2,06 y 2,31 m²/animal, valores que fueron acompañados por un menor consumo de cama y una CA eficiente.

Bibliografía

Brumm, M. C.; Harmon, J. D.; Honeyman, M. S.; Kliebenstein, J. B.; Lonergan, S. M.; Morrison, R.; Richard, T. 2004. *Hoop Barns for Grow - Finish Swine*. En: Agricultural Engineers Digest AED 41. Mid West Plan Service, Iowa State University, Ames, Iowa.

Honeyman, M. S.; Harmon, J. D.; Kliebenstein, J. B.; Richard, T. L. 2001. *Feasibility of Hoop Structures for Market Swine in Iowa: Pig Performance, Pig Environment, and Budget Analysis*. En: Applied Engineering in Agriculture Journal. 17(6). P. 869–874.

Honeyman, M. S. 2005. *Extensive bedded indoor and outdoor pig production systems in USA: current trends and effects on animal care and product quality*. En: Livestock Production Science 94: 15–24.

Somenzini, D.; Spinollo, L.; Skejich, P.; Abdul Ahad, J.; D'Eletto, M.; Stoppani, C.; Mijoevich, F.; Reales, F.; Pereyra, D.; Campagna, D.; Silva, P. 2016. *Rendimiento productivo de cerdos de engorde en sistema al aire libre (AL) respecto a un sistema de cama profunda (CP)*. En: XIII Congreso Nacional de Producción Porcina. XIX Jornadas de Actualización Porcina. VIII Congreso de Producción Porcina del Mercosur. Agosto. Resistencia, Chaco. P 10.

Spinollo, L., Campagna D. A. 2017. *Resultados productivos del empleo de este sistema*. En: Producción porcina en Argentina: sistema de cama profunda. ISBN 978-987-42-5147-3.

03

Intensificación productiva: comparación de modelos de fertilización para la región núcleo pampeana

GUSTAVO N. FERRARIS^{1, *},

MARTÍN DÍAZ ZORITA²

Y ANDRÉS GRASSO³

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Manejo de cultivos. (Argentina).

² DZD Agro - Fertilizar Asociación Civil

³ Recuperar SRL. Fertilizar Asociación Civil

*ferraris.gustavo@inta.gob.ar

El rendimiento es consecuencia de un manejo integral de la fertilización, con numerosas interacciones. El presente trabajo discute los resultados de diferentes modelos de fertilización, durante cuatro campañas agrícolas consecutivas. La fertilización balanceada con reposición de nutrientes resultó el criterio más ajustado, en una breve secuencia de cultivos de altos rendimientos.

Palabras clave: Fósforo, Nitrógeno, Reposición de nutrientes, Fertilización balanceada.

Introducción

La Zona Núcleo Pampeana es una región de alto potencial productivo, y con elevada exigencia de factores de producción. Esta sensibilidad a la oferta de recursos determina una considerable brecha de rendimientos entre los actuales y alcanzables a campo (Rotilli *et al.*, 2023). El rendimiento de trigo y maíz depende principalmente de la disponibilidad de agua y nutrientes (Rizzo *et al.*, 2022), en cambio en soja es resultado de una combinación de factores (Ferraris *et al.*, 2022). El presente experimento tiene como objetivo evaluar el resultado de diferentes criterios de fertilización en un ciclo de cuatro campañas agrícolas, en la EEA INTA Pergamino. Hipotetizamos que la intensificación, a través de la fertilización balanceada con reposición de nutrientes permite

establecer una brecha de rendimientos con el manejo tradicional, que es técnica y económicamente viable.

Materiales y Métodos

Se implantó un experimento de campo en la localidad de Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino, Argiudol típico, (USDA - Soil Taxonomy V. 2006), capacidad de uso: I-2, IP: 85. Se utilizó un DBCA con dos franjas de 28m x 4 surcos, de las que para evaluar el rendimiento en grano se tomaron seis muestras de cosecha en maíz, y se recolectó la totalidad de la parcela en trigo y soja. Los rendimientos se ajustaron a humedad de recibo. Adicionalmente, en trigo se midió el porcentaje de proteína por espectrometría de infrarrojo cercano (NIRS).

La descripción del manejo de los cultivos y ambiente se presenta en la tabla 1, y el análisis de suelo inicial en la tabla 2. Cada tratamiento integró una combinación particular de nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S) y zinc (Zn), utilizando diferentes fuentes y momentos de aplicación. Los niveles de estos factores se presentan en las tablas 3a, 3b y 3c.

Se realizaron análisis de varianza, y comparación de medias a través del test LSD de Fisher.

Tabla 1. Características de las repeticiones evaluadas

Factor 1: Genotipo	Campaña 2016/17	Campaña 2017/18	Campaña 2018/19	Campaña 2019/20
Especie	Maíz	Soja	Soja	Trigo/Soja 2
Cultivar	ACA 474 VT3P	Nidera 4955 RR	N4309RG	B 620 /N 4309 RG
Fecha de siembra	11-oct	10-nov	21-nov	28-jun / 4-dic
Tipo de año	húmedo	seco	húmedo	normal

Tabla 2. Análisis de suelo efectuado al inicio de los experimentos.

Prof	Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos (0-20) cm	N-Nitratos suelo (0-40) cm
	%	mg/kg		ppm	kg/ha
0-20 cm	3,26	0,163	18,6	36,7	95,4
	medio	medio	medio	alto	alto
Prof	S-Sulfatos	Zinc	Boro	pH	Agua en suelo
	suelo				
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	agua 1:2,5	150 cm - siembra
0-20 cm	9,3	0,87	0,68	5,7	150 mm
	medio	bajo	medio	Lig ácido	normal

Tabla 3. Criterios de fertilización. Combinando fuentes y dosis.

A) Maíz

	Criterio	Fuente P	Fuente PS	Fuente N	Ajuste Z31
T1	Control	Testigo			
T2	Mínima	MAP 45		Urea 100	
T3	Suficiencia	MAP 55	SPS 20	Urea 100	N (s+f) 150 kg/ha
T4	Intensificado	MAP 81	SPS 27	Urea 100	N (s+f) 165 kg/ha
T5	Completo	MessSZ 180		Urea 100	N (s+f) 190 kg/ha

N (s+f), Nitrógeno aportado suelo 0-60 cm + fertilizante.

B) Soja 2017/18 y 2018/19

	Criterio	Fuente P	Fuente PS	Fuente N
T1	Control	Testigo		-----
T2	Mínima	SPS 50		-----
T3	Suficiencia	SPT 90		Inoculado
T4	Intensificado	MAP 50	SPS 50	Inoculado
T5	Completo	MessSZ150		Inoculado

B) Trigo (soja de 2^{da} no fue fertilizada)

	Criterio	Fuente P	Fuente PS	Fuente N	Ajuste Z31
T1	Control	Testigo			
T2	Mínima	MAP 45		Urea 100	
T3	Suficiencia	MAP 55	SPS 20	Urea 100	N (s+f) 150 kg/ha
T4	Intensificado	MAP 81	SPS 27	Urea 100	N (s+f) 165 kg/ha
T5	Completo	MessSZ 180		Urea 100	N (s+f) 190 kg/ha

MAP: fosfato monoamónico (11-23-0), **SPS:** Superfosfato simple (0-9-0-S12), Microessentials **SZ:** Mess SZ (10-17-0-S10), Urea (46-0-0). Inoculación con bacterias de *Bradyrhizobium japonicum*.

N (s+f), Nitrógeno aportado suelo 0-60 cm + fertilizante.

Resultados y Discusión

El período de estudio abarcó un ciclo climático con precipitaciones alrededor de la media. Las campañas agrícolas con condiciones atmosféricas más húmedas fueron la 2016/17 y la 2018/19, mientras que la 2017/18 fue la más seca, especialmente en

los meses de febrero y marzo de 2018. Los meses de febrero y marzo de 2020 también presentaron un déficit de precipitaciones, afectando a la soja de segunda y anulando el efecto de los tratamientos.

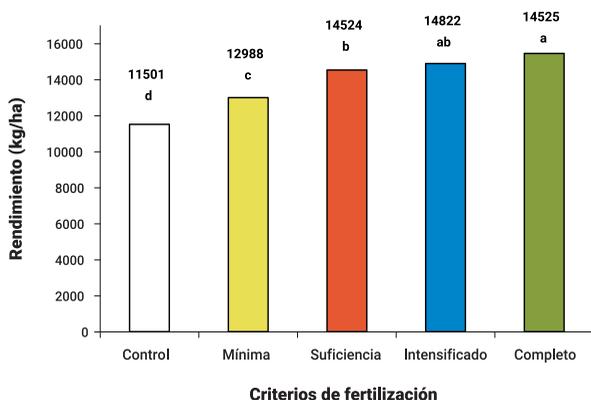


Figura 1. A) Maíz. Campaña 2016/17

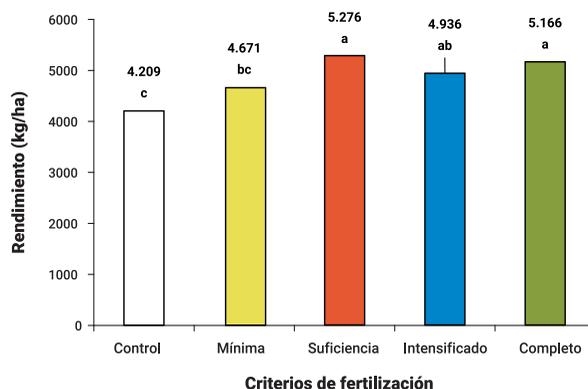


Figura 1. B) Soja. Campaña 2017/18

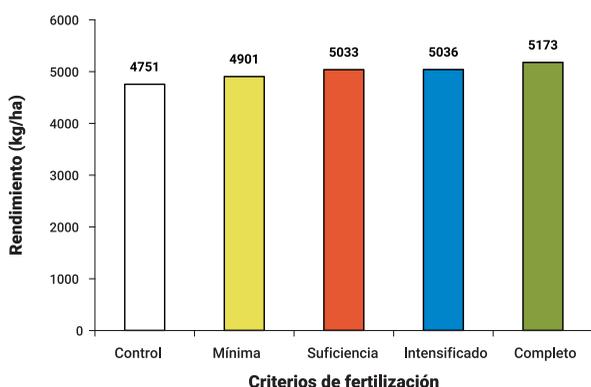


Figura 1. C) Soja. Campaña 2018/19

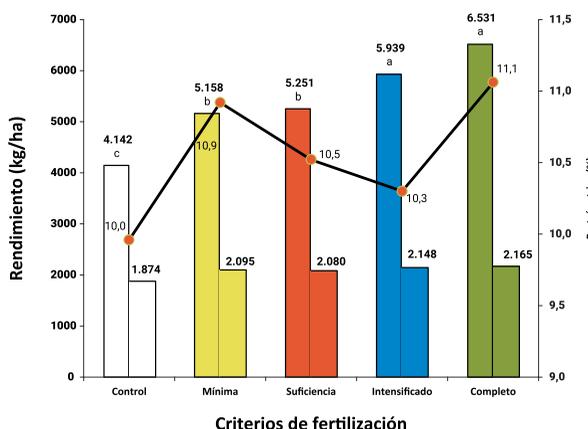


Figura 1. D) Trigo / Soja de segunda. Campaña 2019/20

Figura 1: Producción media de **A)** Maíz, **B)** Soja de 1^{ra}, **C)** Soja de 1^{ra} y **D)** Trigo / Soja de 2^{da} y concentración de proteína en grano de trigo según modelo de fertilización. Pergamino, campañas 2016/17 a 2019/20. Letras distintas sobre las columnas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (LSD $\alpha=0,05$).

En 2016/17 la productividad media de maíz fue de 13672 kg/ha, con una brecha de 3024 kg/ha, donde los nutrientes se expresaron gracias a la demanda derivada de un buen ambiente climático, en especial por la abundancia de precipitaciones. Los rendimientos aumentaron significativamente hasta el nivel **Intensificado** (figura 1.a), con ligeras diferencias absolutas con el tratamiento **Completo**, especialmente en este

último por el aporte de Zn. En un experimento de larga duración conducido en Arribeños (General Arenales, Bs. As.), se determinaron incrementos notables hasta un tratamiento de reposición para rendimientos medios, similar al Intensificado (Ferraris *et al.*, 2022) y más ligeros en los tratamientos de reposición para rendimientos máximos y reconstrucción. En 2017/18, el rendimiento máximo se obtuvo en el tratamiento

de **Suficiencia** (figura 1. b). La demanda mas aco-
tada de nutrientes de la soja explicaría este plateau,
en un escalón más bajo que el maíz. El esquema de
suficiencia fue el primero en recibir la inoculación
de las semillas. En 2018/19, las diferencias de rendi-
miento no fueron significativas, sólo se expresaron
a nivel de tendencia (figura 1. c). El buen ciclo climá-
tico permitió incrementar los "pisos" de rendimiento,
facilitando la adquisición de los nutrientes del suelo.
Ciclos secos o húmedos modifican la respuesta rela-
tiva entre tratamientos (Elli *et al.*, 2022). Finalmente,
en 2019/20, sobre el cultivo de trigo, la mejora en la
fertilización incrementó los rendimientos y la cosecha
total de nitrógeno (rendimiento *proteína) en todo el
rango de tratamientos evaluados, con incrementos
significativos en la productividad hasta el esquema

de intensificado (figura 1. d). La soja de segunda en
cambio, perjudicada por la falta de lluvias, presentó
rendimientos modestos sin diferencias significativas
entre tratamientos ($p > 0,05$).

Los rendimientos acumulados de las cuatro campañas
agrícolas fueron de 26477, 29813, 32164, 32881 y
33560 kg/ha para los tratamientos Control, Mínima,
Suficiencia, Intensificado y Completo, respectiva-
mente. Los mayores incrementos se obtuvieron
en las gramíneas. La inserción de tres cultivos de
soja modera las respuestas. El suelo constituye un
soporte muy relevante, amortiguando la reducción
de productividad en los no fertilizados.

Conclusiones

El experimento demostró un premio en la pro-
ductividad al aporte diversificado de nutrientes del
tratamiento Completo. Un modelo de Suficiencia o
Intensificado superarían al concepto de Mínima, el
cual está siendo dejado de lado en los sistemas
reales de producción.

Bibliografía

Elli, E. F.; Ciampitti, I. A.; Castellano, M. J.; Purcell, L. C.; Naeve, S.; Grassini, P.; La Menza, N. C.;
Moro Rosso, L.; de Borja Reis, A. F.; Kovács, P.; Archontoulis, S. V. 2022. *Climate Change and
Management Impacts on Soybean N Fixation, Soil N Mineralization, N₂O Emissions, and Seed
Yield*. En: *Front Plant Sci.*13:849896.

Ferraris, G.N.; Paolilli, M.C.; Toribio, M.; Falconi, R.; Ferrero, N.; Falcone, R.; Moriones, F. 2022.

Evaluación de largo plazo de efectos de diferentes estrategias de fertilización sobre indicadores productivos, económicos y ambientales en el norte de la Provincia de Buenos Aires. Informe final de resultados, campaña 2021/22. 16 pp. Disponible en: Repositorio INTA <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/13411> [consultado: 4 de Setiembre de 2023].

Rizzo, G.; Monzon, J. P.; Tenorio, F. A.; Howard, R.; Cassman, K. G.; Grassini, P. 2022. *Climate and agronomy, not genetics, underpin recent maize yield gains in favorable environments*. En: Proceedings of the National Academy of Sciences 119(4): e2113629119.

Rotili, D. H.; Prado, S. A.; Barattini, A.; Lamattina, I.; Saks, M.; Gregorini, M.; García, F.; Andrade, J. F. 2023. *Estrategias de fertilización de mediano plazo en sistemas de cultivos extensivos con influencia de napa. Actas Simposio Fertilidad 2023. "Al gran suelo Argentino Salud"*. Disponible en: www.fertilizar.org.ar [consultado: 4 de Setiembre de 2023].

04

Mezclas de cultivos de cobertura y su impacto sobre la multifuncionalidad de los agroecosistemas

**SILVINA RESTOVICH^{1, *},
ADRIÁN ANDRIULO¹
Y SILVINA PORTELA¹**

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Gestión Ambiental. (Argentina).
* restovich.silvina@inta.gob.ar

Este estudio demuestra que las secuencias de cultivos de verano que incorporan mezclas de cultivos de cobertura aumentan la multifuncionalidad del ecosistema y que incluir vicia en la mezcla incrementa su potencial de producción y sus beneficios al suelo, especialmente en la secuencia soja-soja.

Palabras clave: Propiedades del suelo, Rendimiento, Leguminosa.

Introducción

Los agroecosistemas actuales han disminuido la diversidad de especies de plantas, tanto espacial como temporalmente. Además, se volvieron dependientes de insumos externos, despreciando el rol de procesos edáficos como el ciclado de nutrientes, y perdieron capacidad para proveer algunos servicios ecosistémicos asociados al suelo. La inclusión de cultivos de cobertura en los sistemas de cultivos anuales puede incorporar una importante biodiversidad temporal, taxonómica y funcional (Schipanski *et al.*, 2014), mientras que proporcionan otros servicios ecosistémicos adicionales en los sistemas agrícolas, como el aumento en la calidad y el funcionamiento del suelo, ciclado de nutrientes, menor erosión, calidad del agua, regulación de plagas y productividad de los cultivos (Daryanto *et al.*, 2018).

Cada especie de cultivo de cobertura (o familia) es reconocida por prestar servicios o funciones específicas al sistema de cultivo, por ejemplo, la vicia, y las leguminosas en general, fijan biológicamente el N atmosférico, lo que permite reducir el ingreso de N a través de la fertilización inorgánica. Las gramíneas generalmente producen abundante biomasa y de lenta descomposición debido a su relación C/N relativamente alta, proporcionando mayor protección del suelo por los residuos, como también la regulación de la temperatura y la humedad del suelo. Las gramíneas también tienen raíces fibrosas con una gran cantidad de pelos radicales que actúan como una malla, mejorando la estructura del suelo. Por otro lado, las crucíferas producen raíces pivotantes que penetran las capas profundas del suelo reduciendo la compactación.

Aunque los cultivos de cobertura pueden utilizarse como una sola especie, la incorporación de mezclas de especies de cultivos de cobertura en rotación con cultivos comerciales, se propone como una estrategia emergente desde hace unos años para proveer, de forma simultánea, múltiples funciones o servicios del ecosistema a partir de los distintos atributos de las especies (Finney y Kaye 2017). En Restovich *et al.*, (2012) observamos que el rendimiento de maíz luego de la incorporación de vicia como cultivo de cobertura fue similar al uso de vicia + avena, pero el N residual a la cosecha del maíz fue menor luego de la mezcla de cultivos de cobertura. Este resultado demuestra el potencial de combinar especies para mejorar la sincronía entre la liberación de N de los residuos del cultivo de cobertura y la demanda del cultivo de cosecha. Por otro lado, también se observó dentro de las especies monoespecíficas evaluadas, que el nabo forrajero se destacó como generador de porosidad en la base del horizonte A1 y la avena como estabilizadora del sistema poroso (Restovich *et al.*, 2011). Así, los servicios reportados por estas especies utilizadas como cultivos de cobertura en el corto plazo estimularon a explorar las mezclas de estas especies en busca de combinar servicios que aumenten la sustentabilidad y la resiliencia de los agroecosistemas poco diversificados.

El objetivo de este estudio fue evaluar de forma integral los cambios en las propiedades del suelo (fracciones orgánicas y estructura) y en la productividad (biomasa de cultivos de cobertura y rendimiento del cultivo de cosecha) durante cinco años de rotación con dos mezclas de cultivos de cobertura introducidas en las secuencias soja-soja y soja-maíz. Las mezclas de cultivos de cobertura estuvieron compuestas por una gramínea (avena) y una crucífera (nabo forrajero) en presencia y ausencia de leguminosa (vicia).

Materiales y Métodos

Sitio de estudio y diseño experimental

En el año 2011 se instaló un experimento de campo en la Estación Experimental Pergamino del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (33°51'S, 60°40'W) con dos secuencias de cultivo (soja-soja y soja-maíz) con mezclas de cultivos de cobertura bajo SD. Las especies utilizadas como cultivo de cobertura fueron: avena (*Avena sativa* L.), vicia (*Vicia villosa* L.) y nabo forrajero (*Raphanus sativus* L.), que se combinaron en dos mezclas: avena + nabo forrajero (CC1) con densidades de 80 y 20 kg ha⁻¹, respectivamente y avena + nabo forrajero + vicia (CC2) con densidades de 20, 20 y 40 kg ha⁻¹, respectivamente. Además, se incluyó un control sin cultivo de cobertura, el cual se mantuvo sin malezas utilizando control químico (3 a 4 L/ha de glifosato (principio activo al 48%)). Los tratamientos fueron: **a)** soja-CC1-soja; **b)** soja-CC2-soja; **c)** soja-barbecho-soja (control); **d)** soja-CC1-maíz; **e)** soja-CC2-maíz; y **f)** soja-barbecho-maíz (control). El diseño experimental fue en parcelas divididas con tres repeticiones (bloques). La parcela principal (30 m de largo y 15 m de ancho) correspondió a la secuencia del cultivo de cosecha y la subparcela los tratamientos con CC y al control sin CC. El tipo de suelo es un Argiudol típico (Taxonomía de suelo del USDA) de la serie Pergamino con un horizonte A franco limoso sin fase erosionada (<0,3% de pendiente) y un fuerte horizonte B argílico. El clima es templado húmedo, sin estación seca, con una temperatura media anual de 16,5 °C y una precipitación media anual de 971 mm para el período 1910-2010 (base de datos de la red agroclimatológica, INTA). La lluvia y el drenaje ocurren principalmente en otoño y primavera, y los meses de verano se caracterizan por déficits de lluvia de intensidad variable.

El cultivo de soja (*Glycine max* L.) var. DM 5.1 se sembró con un espacio entre hileras de 0,52 m y una densidad de 500.000 plantas ha⁻¹. En la rotación soja-maíz, la siembra de soja, durante el mes

de noviembre, fue en 2012, 2014 y 2016 o todos los años en la secuencia soja-soja; el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) DK 747, se sembró entre fines de septiembre y primera quincena de octubre en hileras espaciadas a 0,70 m de distancia (75.000 plantas ha⁻¹) en 2011, 2013 y 2015. Al momento de la siembra, los cultivos de cobertura y el maíz fueron fertilizados con 14,7 y 31,5 kg de P₂O₅ ha⁻¹ o 6,4 y 13,7 kg P ha⁻¹, respectivamente, utilizando como fuente el superfosfato simple de calcio, y el maíz fue fertilizado en la etapa V₅₋₆ con 32 kg de N ha⁻¹. La soja no se fertilizó con N ni con P. La vicia y la soja fueron inoculadas con *Rhizobium leguminosarum* Biovar *viciae* y *Bradyrhizobium* sp., respectivamente, inmediatamente antes de la siembra. Las fechas de secado de los cultivos de cobertura se determinaron de acuerdo con las fechas de siembra de soja y maíz y la distribución de las precipitaciones. Los cultivos de cobertura se secaron en invierno o principios de la primavera (agosto-septiembre) antes del maíz y en la primavera (octubre) cuando precedieron a la soja. Los cultivos de cobertura se secaron con 3-4 L ha⁻¹ de glifosato (48% de ingrediente activo).

Determinaciones de suelo y planta

Luego de cinco ciclos de cultivos de cobertura (abril de 2016), se extrajo una muestra de suelo disturbada y no disturbada (cilindro) de 0-5, 5-10, 10-20 y 20-30 cm de profundidad de cada subparcela para determinar la densidad aparente, la distribución del tamaño de poro, la estabilidad de agregados, carbono y nitrógeno orgánico del suelo (COS y NOS) y carbono orgánico particulado (COP). Al secado de los cultivos de cobertura, se determinó la concentración de N-NO₃ en el suelo y el contenido de agua hasta el metro de profundidad. Además, se extrajo biomasa aérea a partir de dos muestras de 0,25 m² por cada subparcela durante 5 años. El material recolectado se secó a 65 °C y se registraron los pesos de la materia seca. La producción de biomasa aérea de maíz y soja en la cosecha se obtuvieron de dos

muestras de 1 m² por cada subparcela. El material cosechado se secó a 65 °C y los granos se separaron de la materia seca y se registró ambos pesos por separado. Adicionalmente, se incluyeron cuatro variables biológicas (fosfatasa ácida, deshidrogenasa, esterases y fosfolípidos totales (PLFA)) medidas a 0-10 cm de profundidad en marzo de 2013 y 2014 (cosecha de cultivo principal). La actividad de la fosfatasa está relacionada con la mineralización bioquímica del P, la deshidrogenasa está encargada de la oxidación de los compuestos orgánicos, las esterases están implicadas en la descomposición de diferentes tejidos en el suelo y participan en la degradación de la materia orgánica y por último los PLFA es un indicador de la estructura de las comunidades microbianas.

Las variables de suelo y planta medidas en las secuencias de cultivos con y sin mezclas de cultivos de cobertura se integraron utilizando gráficos de araña

(spider plot). Para ello, los datos de 14 y 15 variables medidas, para las secuencias soja-soja y soja-maíz, respectivamente, se normalizaron en una escala de 0 a 1, bajo el criterio de "más es mejor" (Schipansky *et al.*, 2014) usando la siguiente ecuación:

$$Y_{norm} = \frac{Y_t}{Y_{mean} * 2}$$

Donde Y_{norm} es el valor normalizado de cada variable, Y_t es el valor de la variable en el momento del muestreo e Y_{mean} es el valor medio de cada variable para los tratamientos CC1, CC2 y control. En el caso del N-NO₃ en el suelo al momento de secado de los CC para los distintos tratamientos, continuando con el criterio de "más es mejor", se utilizó el valor complementario de Y_{norm} , esto quiere decir: $1 - Y_{norm}$, y se lo denominó control de la lixiviación N. Las variables elegidas constituyen algunos de los indicadores del suministro de diferentes servicios ecosistémicos prestados por el sistema suelo-planta.

Resultados y Discusión

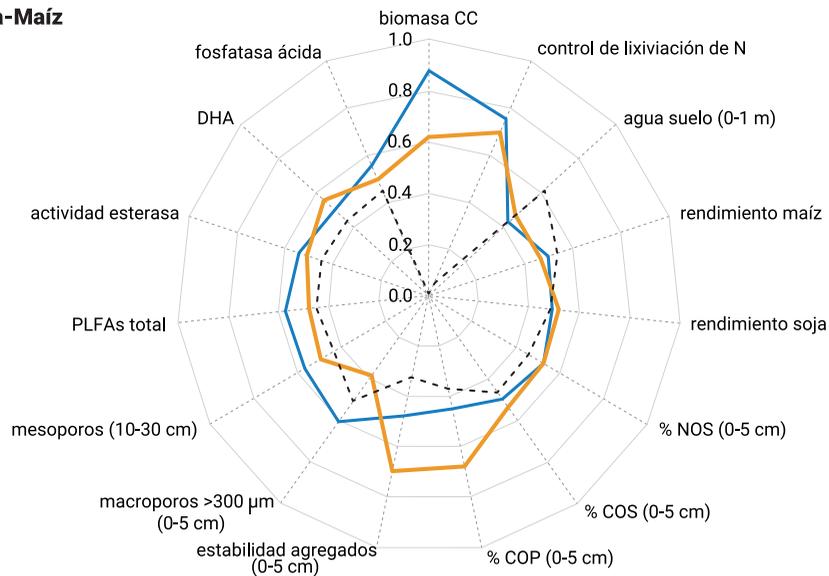
En un sistema de producción de soja-maíz o soja-soja, el aumento de las especies en las secuencias con el uso de mezclas de cultivos de cobertura tuvo moderado/alto impacto en algunas variables relacionadas con el suelo y la producción (figura 1a y b). La producción de biomasa de los cultivos de cobertura en las secuencias soja-maíz y soja-soja redujo el contenido de N mineral del suelo, al momento de secado de los cultivos de cobertura, en comparación con las mismas secuencias sin cultivo de cobertura, aumentando el control sobre la pérdida de N por lixiviación. Además, el crecimiento de los CC consumió agua del suelo pero esta reducción no impactó, excepto en algunos años secos en el cultivo de soja y maíz, sobre el rendimiento de los cultivos de cosecha. La inclusión de mezclas de cultivos de cobertura incrementó las concentraciones de las

diferentes fracciones de la materia orgánica en las dos secuencias e impactó positivamente sobre la estructura del suelo. En este sentido, si bien las dos mezclas de cultivos de cobertura incrementaron la estabilidad de agregados, la triple mezcla (CC2), fue la que produjo mayor proporción de poros conductores de agua con respecto a la mezcla de gramínea y crucífera (CC1) en los espesores de suelo más profundos. Por otro lado, la inclusión de CC1 y CC2 aumentó las concentraciones de C y N orgánico en el suelo en ambas secuencias. Las mezclas de cultivos de cobertura adicionaron distintos servicios ecosistémicos a las secuencias agrícolas simplificadas, particularmente en lo relacionado con las fracciones de la materia orgánica, la estructura del suelo, la producción de biomasa y el control de las pérdidas de N a partir de la reducción de N mineral.

No obstante, las mezclas de cultivos de cobertura mostraron comportamientos diferenciales dentro de cada secuencia agrícola. La secuencia soja-maíz con la mezcla de cultivos de cobertura que incluyó o no una leguminosa, tuvo un desempeño similar en las mejoras de las variables relacionadas con algunos servicios ecosistémicos: CC2 se destacó en la construcción de poros y producción de biomasa

mientras que CC1 en la estabilidad de agregados y la fracción lábil del C. En cambio, en la secuencia soja-soja, la mezcla de cultivos de cobertura con leguminosa tuvo un mayor impacto sobre la provisión de servicios que la mezcla de cultivos de cobertura solo con gramínea y crucifera: CC2 impactó sobre la estructura del suelo, la fracción lábil del C y la producción de biomasa.

a) Soja-Maíz



b) Soja-Soja

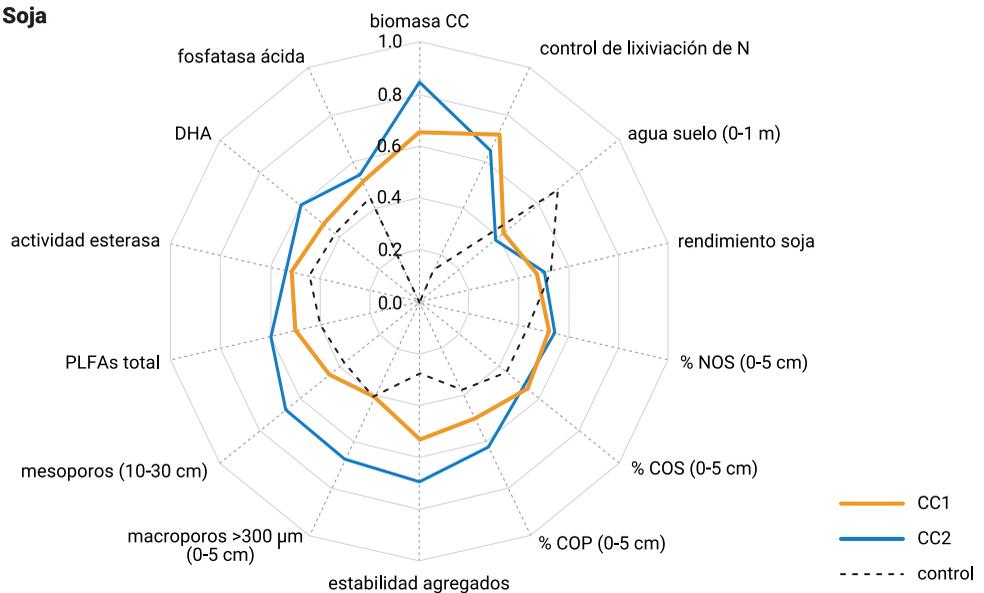


Figura 1: Análisis integral de diferentes beneficios aportados por mezclas de cultivos de cobertura en las secuencias soja-maíz y soja-soja. Estudio a lo largo de 5 años de rotación de cultivos de cosecha con y sin mezcla de cultivos de cobertura: **a) rotación soja-maíz, b) soja-soja.** CC1: avena + nabo forrajero; CC2: avena+ nabo forrajero + vicia. COS: carbono orgánico del suelo; NOS: nitrógeno orgánico del suelo; COP: carbono orgánico del suelo. *Todas las variables evaluadas presentaron diferencias significativas entre tratamientos.*

Conclusiones

En este estudio se destaca el potencial de las mezclas de cultivos de cobertura, particularmente la que incluye vicia, en adicionar e influir sobre diversos servicios ecosistémicos, en particular sobre la mejora de la estructura del suelo en profundidad, las fracciones de la materia orgánica y la producción de biomasa. En consecuencia, su inclusión, en secuencias agrícolas simplificadas y con bajas dosis de fertilización nitrogenada, contribuyen a la sustentabilidad de los sistemas de producción en el mediano plazo.

Bibliografía

Daryanto, S.; Fu, B.; Wang, L.; Jacinthe, P - A.; Zhao, W. 2018. *Quantitative synthesis on the ecosystem services of cover crops*. En: *Earth-Science Reviews* 185: 357-373.

<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.06.013>

Finney, D. M.; Kaye, J. P. 2017. *Functional diversity in cover crop polycultures increases multifunctionality of an agricultural system*. En: *Journal Appl Ecology* 54:509–517.

<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12765>

Restovich, S. B.; Andriulo, A.; Amendola, C. 2011. *Inclusion of cover crops in a soybean-corn rotation: effect on some soil properties*. En: *Ciencia del Suelo (Argentina)* 29:61–73

Restovich, S. B.; Andriulo, A. E.; Portela, S. I. 2012. *Introduction of cover crops in a maize-soybean rotation of the Humid Pampas: effect on nitrogen and water dynamics*. En: *Field Crop Research* 128:62–70. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.12.012>

Schipanski, M.E.; Barbercheck, M.; Douglas, M. R.; Finney, D. M.; Haider, K.; Kaye, J. P.; Kemanian, A. R.; Mortensen, D. A.; Ryan, M. R.; Tooker, J.; White, C. 2014. *A framework for evaluating ecosystem services provided by cover crops in agroecosystems*. En: *Agriculture Systems* 125:12–22.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.11.004>

05

Producción de materia seca en germoplasma de agropiro alargado creciendo bajo anegamiento y sequía

**ORIANA FERRARO^{1, *},
MIRANDA LEGUIZAMÓN²,
IVANA VAREA¹, ROQUE
GUILLÉN¹ Y MARIELA
LUCIANA ACUÑA^{1, 2}**

¹ Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (UNNOBA), Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales, Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Mejoramiento genético de forrajeras. (Argentina).

* ferrarooriana@gmail.com

La expansión agrícola en Argentina requiere soluciones para mejorar recursos forrajeros en ambientes desafiantes. El agropiro alargado se adapta a suelos con restricciones edáficas. El estudio evaluó el crecimiento bajo anegamiento y sequía, encontrando una reducción en la materia seca. Se destacó la variabilidad genética y su relevancia para programas de mejora en un contexto de cambio climático.

Palabras clave: Agropiro, Anegamiento, Sequía.

Introducción

La expansión de la actividad agrícola en Argentina desplazó gradualmente la ganadería hacia ambientes cada vez más restrictivos para la producción forrajera. Esto determinó la necesidad de encontrar soluciones que mejoren los recursos forrajeros adecuados para este tipo de ambiente. En este contexto, el agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) es una de las gramíneas templadas más prometedoras para su cultivo en suelos con restricciones edáficas (Scheneiter, 2008). La Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Pergamino ha desempeñado un papel fundamental en este esfuerzo, desarrollando e inscribiendo siete cultivares de agropiro alargado que se destacan por su producción y por presentar buen comportamiento ante estreses abióticos,

como la salinidad y la sequía. Actualmente, se está abordando la tolerancia multi-estreses, tales como anegamiento y sequía, así como tolerancia a halomorfismo en el mismo germoplasma en estudio. En estudios previos (Acuña, 2019) se seleccionaron familias de medio hermanos (FMH) que demostraron buen comportamiento ante condiciones halomórficas. Si bien se considera al agropiro alargado una especie tolerante a sequía, existen pocos antecedentes de la respuesta de la especie a dicho estrés (Borrajo, 2022), y más escasos aún son los antecedentes en anegamiento (Iturralde Elortegui *et al.*, 2020). En este contexto resulta interesante poder evaluar un mismo germoplasma expuesto a diferentes estreses, que suelen encontrarse en ambientes a los que está destinado la ganadería extensiva. El objetivo del presente estudio fue evaluar la producción de materia seca acumulada (PMSAc) en plántulas de familias de medio hermanos (FMH) de agropiro alargado, en condiciones de estrés hídrico, abordando tanto la sequía como el anegamiento, con el fin de comprender el comportamiento en estas circunstancias.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el invernáculo de la EEA INTA Pergamino, bajo condiciones semi-controladas. Se evaluó el comportamiento de 10 familias de medio hermanos (FMH) de agropiro alargado (F1 a F10), seleccionadas de la descendencia de parentales con buen comportamiento al halomorfismo (Acuña, 2019) y dos cultivares comerciales como testigos (F11 y F12).

El experimento constó de dos experimentos simultáneos: uno que abordó el estrés por anegamiento y otro el estrés por sequía. Para la implementación del estudio, las 10 FMH y los dos cultivares se sembraron inicialmente en speedlings y una vez logradas plántulas con al menos cuatro macollos fueron trasplantadas al sustrato respectivo, dependiendo del experimento.

Experimento de anegamiento: incluyó dos tratamientos con seis repeticiones, dispuestos en un diseño factorial que involucró dos factores: FMH y anegamiento (presencia o ausencia). Las plántulas fueron trasplantadas a vasos plásticos de 500 cm³ con sustrato tierra: arena en proporción 1:1. Los 12 vasos, que contenían

las 10 FMH y los dos cultivares, se colocaron en un cesto de plástico de 34 litros. El tratamiento 1 (T1), fue el control (sin anegamiento) y fue regado frecuentemente para mantener las condiciones adecuadas de humedad; mientras que el tratamiento 2 (T2) fue el de anegamiento, se le agregó agua para simular una inmersión parcial (4 cm por encima del vaso), durante 22 días. Durante el experimento, se llevaron a cabo tres cortes, realizados a los 22, 44 y 85 días desde el inicio de los tratamientos. La PMSAc surge de la suma de la producción de materia seca de los tres cortes.

Experimento de sequía: se sembraron 8 plántulas de cada una de las 10 FMH y los dos testigos en macetas jardineras de 18x50x14 cm con sustrato arena: tierra en proporción 3:1. El diseño experimental fue en bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones. Se aplicaron tres tratamientos: T1 (tratamiento control, 80% de capacidad a campo), T2 (50% de capacidad a campo) y T3 (30% de capacidad a campo). La humedad edáfica fue controlada con sonda TDR 300. Durante el experimento, se llevaron

a cabo tres cortes: a los 15, 63 y 97 días desde el inicio de los tratamientos. La PMSAc surge de la suma de la producción de materia seca de los tres cortes.

En ambos experimentos, el material vegetal obtenido de cada corte, se secó en estufa de aire forzado a 60 °C y posteriormente se pesó en una balanza de precisión para, finalmente, cuantificar la PMSAc.

Los datos recolectados de ambos experimentos, fueron sometidos a análisis estadísticos mediante modelos lineales mixtos, empleando el programa estadístico Infostat con interfaz de R.

Resultados y Discusión

Al evaluar la PMSAc en ambos experimentos, se detectó efecto de Tratamiento ($p < 0,05$) y de FMH ($p < 0,05$), pero no efecto de interacción Tratamiento*FMH ($p > 0,05$). Esto permitió evaluar el comportamiento de cada tratamiento y cada FMH a ambos estreses.

Para anegamiento, en cuanto al efecto de tratamiento se observó que la PMSAc en T2 disminuyó en un 17%

respecto al control (T1) (tabla 1). Mientras que, para sequía, al evaluar el efecto tratamiento, se observó que, ante sequías moderadas (T2), la PMSAc se redujo en un 27% respecto al tratamiento control y que para sequías más severas (T3), la PMSAc fue un 78,5% menor que el tratamiento control (tabla 1).

Tabla 1. Producción de materia seca acumulada (PMSAc) promedio en g/planta creciendo en condiciones de anegamiento y sequía.

Experimento	Tratamiento	PMSAc (g/pl)	E.E.	LSD
Anegamiento	T1	1,2	0,04	A
	T2	1	0,04	B
Sequía	T1	1,8	0,13	A
	T2	1,3	0,13	B
	T3	0,37	0,13	C

Nota: g = gramos, pl = planta, E.E = error estándar, LSD = LSD Fisher. Letras distintas dentro del mismo experimento indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Al evaluar la variabilidad genética para las FMH en ambos experimentos, en términos generales, existieron diferencias en el comportamiento de las mismas para ambos estreses. Observándose un patrón de buen comportamiento para las FMH: F1, F2 y F5 para la variable en estudio; mientras que las FMH:

F7, F9 y el cultivar F12, tuvieron un bajo desempeño productivo (figura 1).

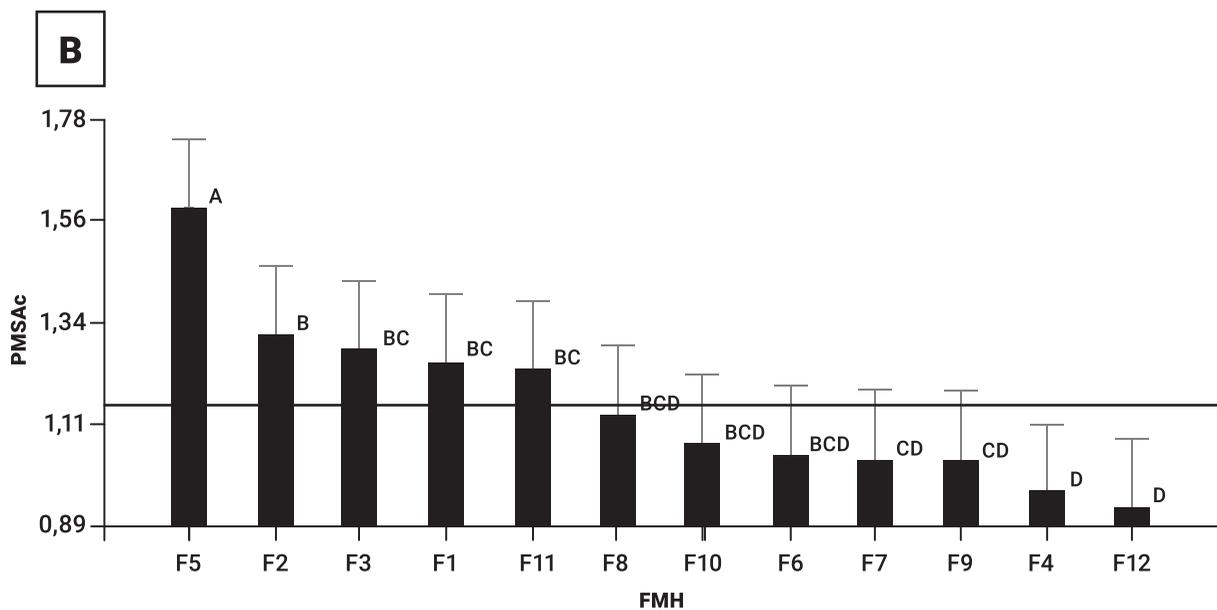
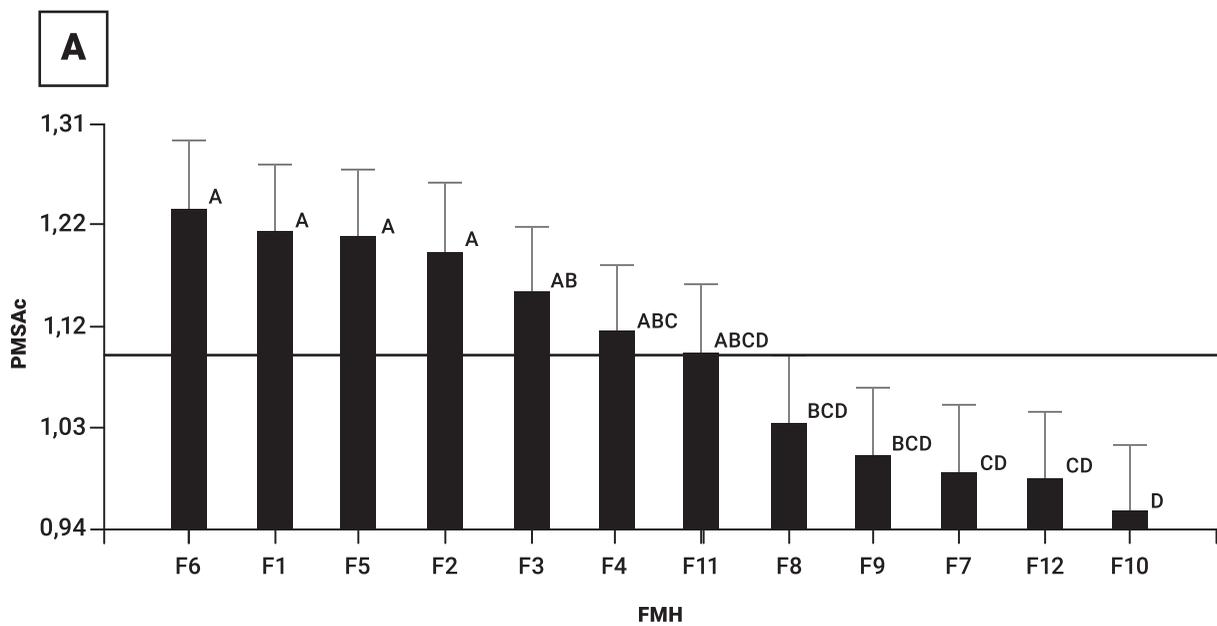


Figura 1: Producción de materia seca acumulada (PMSAc) en gramos/planta para las 10 FMH (F1-F10) y los dos cultivares testigo (F11 y F12). En **A**) anegamiento y **B**) sequía. Letras distintas dentro del mismo experimento indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Conclusiones

En este estudio, se encontró que las plántulas de agropiro alargado sufrieron una disminución significativa en la producción de materia seca acumulada cuando se sometieron a ambos estreses. Sin embargo, ante las condiciones evaluadas de anegamiento y sequía intermedia, se observó una reducción proporcionalmente mayor para sequía que para anegamiento, respecto al control.

Para ambos estreses, se observó variabilidad genética en las FMH, destacando un mejor comportamiento para las FMH: F1, F2 y F5; de manera contraria las que menor comportamiento productivo presentaron fueron las FMH: F7, F9.

Estas FMH, son promisoras de ser incorporadas a programas de mejoramiento que planteen como objetivo obtener cultivares tolerantes a estreses multiambientales, como los estudiados en el presente estudio.

Bibliografía

Acuña, M. L. (2019). *Estudios genéticos en genotipos de agropiro alargado creciendo bajo condiciones halomórficas*. Tesis. (Doctora en ciencias agrarias). Universidad Nacional de Rosario (AR), 123-126p.

Borrajo, C. I.; Sánchez-Moreiras, A. M.; Reigosa, M. J. 2022. *Ecophysiological responses of tall wheatgrass germplasm to drought and salinity*. En: *Plants* 11(12):1548.

Iturralde Elortegui, M. del R. M.; Berone, G. D.; Striker, G. G.; Martinefsky, M. J.; Monterubbianesi, M. G.; Assuero, S. G. 2020. *Anatomical, morphological and growth responses of *Thinopyrum ponticum* plants subjected to partial and complete submergence during early stages of development*. En: *Functional Plant Biology* 47(8):757.

Scheneiter, O. 2008. *Pasturas en suelos ganaderos*. En: *Jornada Forrajera: Oportunidades y desafíos en un escenario que cambia*. Pp. 11.

06

Suministro de nitrógeno en soja. ¿Fijación biológica o fertilización química?

GUSTAVO N. FERRARIS¹, *

Y SANTIAGO DE ACHAVAL²

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Manejo de Cultivos. (Argentina).

² Lallemand Plant Care. Av. Frondizi (Ruta 32) km 4,5. (B2700WAA).

* ferraris.gustavo@inta.gob.ar

La soja es un cultivo exigente en nitrógeno. Durante cuatro campañas, se compararon dos inoculantes con el agregado de urea, en dos etapas del cultivo. La fertilización química perjudicó la nodulación, mientras que la inoculación la mejoró. El rendimiento relativo entre fertilización y tratamientos biológicos estuvo relacionado con la productividad y calidad de ambiente productivo.

Palabras clave: Soja, Nutrición nitrogenada, Simbiosis, Microbiología.

Introducción

La soja es el cultivo con mayores requerimientos unitarios de Nitrógeno (N). Como en el resto de las Fabáceas, la magnitud de esta demanda determinó el desarrollo de un complejo mecanismo adaptativo, la fijación biológica de N (FBN), mediante la simbiosis con las bacterias del género *Bradyrhizobium*, siendo las especies prevalentes *Bradyrhizobium japonicum* (Bj) y *Bradyrhizobium elkanii* (Be). Sin embargo, la inquietud persiste: ¿la provisión de una fuente externa podría incrementar los rendimientos? Almeida *et al.*, (2023) sugieren que el proceso, al demandar un alto costo energético, termina perjudicando otros mecanismos vitales como la fijación de vainas y el llenado de los granos. El efecto sería más pronunciado en cultivos de alto rendimiento, bajo riego o en condiciones de suelo y manejo optimizadas. Por el contrario, Zilli *et al.*, (2021) enfatizan en que la FBN es altamente regulada, y que la planta asimila todo lo que necesita para su buen rendimiento.

El objetivo de este experimento fue comparar, durante cuatro campañas, el resultado en calidad de nodulación y rendimiento de la inoculación con bacterias de *Bj* y *Be*, en comparación con una fuente química tradicional, en sitios con antecedente de soja previa. La hipótesis sugiere que la inoculación resulta un método eficaz y suficiente para el abastecimiento de N en el cultivo de soja, no presentando diferencias en rendimiento con la fertilización química.

Materiales y Métodos

Durante cuatro campañas consecutivas se evaluó la respuesta a diferentes fuentes de abastecimiento de N en soja: la FBN y la fertilización química. Para ello, se utilizaron dos inoculantes, considerados como formulaciones Premium, en comparación con la aplicación de urea al suelo, la cual fue dividida en dos momentos, a la siembra y post-emergencia. Los experimentos se realizaron en la EEA INTA Pergamino, durante

los ciclos 2019/20, 2020/21, 2021/22 y 2022/23. El diseño fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La caracterización de los sitios experimentales se presenta en la tabla 1, mientras que los tratamientos se presentan en la tabla 2. Los cultivos fueron fertilizados adecuadamente con fósforo (P) y azufre (S), para no limitar la fijación ni el crecimiento.

Tabla 1. Caracterización y manejo de los sitios experimentales.

Factor 1: Genotipo	Campaña 2019/20	Campaña 2020/21	Campaña 2021/22	Campaña 2022/23
Cultivar	DM 49R19 STS	DM 46R18 STS	DM 46I20 STS	N4642 STS
Fecha de siembra	15-nov	12-nov	11-nov	18-nov
MO en suelo (%)	2,35	2,62	1,78	3,16
P disponible (mg/kg)	9,9	9,7	11,7	6.5
pH en suelo	5,6	5,2	5,2	5,6

Tabla 2. Tratamientos de provisión de nitrógeno en soja.

	Tratamientos	Dosis	Estado de aplicación
T1	Testigo		Siembra
T2	Urea	200 kg/haS + 200 kg/ha R1	Siembra + R1
T3	Inoculante1 + Protector	2 + 1 ml/kg	Siembra
T4	Inoculante 2	2 ml/kg	Siembra

Se evaluó la calidad de nodulación, a través de la observación y el recuento de 10 plantas por parcela, calificando de 1 a 5 el número, tamaño, localización y funcionalidad de los nódulos. La mayor numeración equivale a una mejor performance. La escala utilizada,

de desarrollo propio, se describe en la tabla 3. Esta metodología, al permitir evaluar una gran cantidad de plantas, permitiría ser más precisa que el recuento y pesaje de nódulos.

Tabla 3. Metodología para la evaluación de nodulación.

Variable	1. Rojo	2. Naranja	3. Amarillo	4. Verde claro	5. Verde oscuro
N° de nódulos	Nulo	Escaso	Medio	Alto	Muy alto
Tamaño	Muy pequeño	Pequeño	Medio	Grande	Muy grande
Localización	Totalmente en raíces secundarias	Mayormente en raíces secundarias	Distribución equitativa raíz principal	Mayormente en raíz primaria	Totalmente localizados en raíz principal
Funcionalidad	Tonalidad completamente verde o marrón	Tonalidad mayormente verde o marrón	Tonalidad diversa	Tonalidad mayormente rojiza	Tonalidad rojiza en la totalidad de los nódulos

El rendimiento se determinó mediante recolección, trilla, pesaje de las muestras y ajuste a 13% de humedad. El estudio de los resultados se realizó mediante el análisis de la varianza, comparaciones de medias con la prueba DGC ($p < 0,05$).

Resultados y Discusión

En la figura 1 se presentan las precipitaciones decádicas acumuladas en cada ciclo productivo. Claramente, 2019/20 fue el mejor año climático. Le seguiría la campaña 2021/22, que al igual que 2020/21 presentaron una recuperación de las lluvias desde enero. Por último, 2022/23 fue el más desfavorable, con lluvias escasísimas, muy por debajo de la demanda para un buen rendimiento.

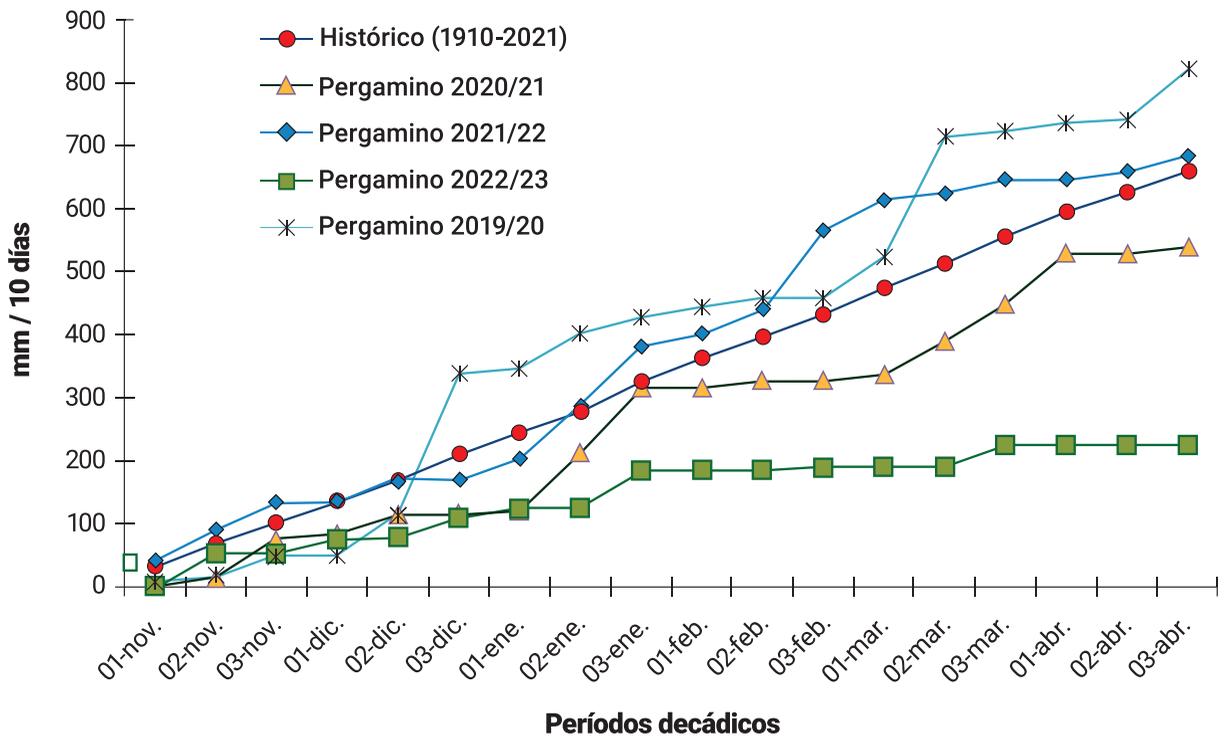


Figura 1. Precipitaciones decádicas acumuladas por campaña, y su comparación con la media histórica. INTA EEA Pergamino.

La nodulación de soja presentó un efecto año, logrando mejor calidad en ciclos con buenos rendimientos (tabla 4). La fertilización química tendió a bajar la calidad de nodulación, afectando especialmente el tamaño y la distribución de los nódulos, tornando su localización hacia las raíces laterales. Esto se debería a la infección más tardía, cuando el nitrógeno disponible en forma de nitratos baja su concentración. Además, en ausencia de inoculación, la nodulación depende de la flora bacteriana del suelo, la que sería menos eficiente en fijar N (de Freitas *et al.*, 2022).

Tabla 4. Evaluación cuantitativa y cualitativa de nodulación en soja. INTA Pergamino, campañas 2019/20 a 2022/23

Campaña 2019/20

T	Tratamientos	Número nódulos (1)	Tamaño nódulos (2)	Localización (3)	Funcionalidad (4)
T1	Testigo	3	2	2	3
T2	Urea 200	2	1	2	2
T3	Inoculante 1 + Protector	4	4	3	3
T4	Inoculante 2	4	3	4	3
R2 vs rend*		0,01	0,06	0,07	0,01

Nota: * Coeficiente de regresión entre cada variable y el rendimiento.

Campaña 2020/21

T	Tratamientos	Número nódulos (1)	Tamaño nódulos (2)	Localización (3)	Funcionalidad (4)
T1	Testigo	5	4	3	3
T2	Urea 200	3	3	2	3
T3	Inoculante 1 + Protector	5	3	5	3
T4	Inoculante 2	4	4	4	4
R2 vs rend		0,03	0,69	0,01	0,04

Campaña 2021/22

T	Tratamientos	Número nódulos (1)	Tamaño nódulos (2)	Localización (3)	Funcionalidad (4)
T1	Testigo	3	4	4	2
T2	Urea 200	4	3	3	3
T3	Inoculante 1 + Protector	4	3	4	4
T4	Inoculante 2	4	4	4	4
R2 vs rend		0,61	0,27	0,04	0,85

Campaña 2022/23

T	Tratamientos	Número nódulos (1)	Tamaño nódulos (2)	Localización (3)	Funcionalidad (4)
T1	Testigo	1	2	2	2
T2	Urea 200	1	2	1	1
T3	Inoculante 1 + Protector	2	3	3	2
T4	Inoculante 2	3	2	3	2
R2 vs rend		0,01	0,09	0,05	0,05

Los tratamientos presentaron una jerarquía relativa según el ciclo climático y nivel de productividad. En 2019/20, inoculantes y fertilización química no presentaron diferencias entre los rendimientos, superando al testigo (figura 2.A). La fertilización química en términos absolutos exhibió una diferencia de 126 kg/ha respecto del mejor inoculado (T3). En 2020/21, la fertilización química y el Inoculante 1 superaron a Inoculante 2 y al testigo (figura 2.B). La primera, en términos absolutos, presentó una diferencia de 75 kg ha⁻¹ respecto del mejor inoculado. En 2021/22, el mejor año de la serie en relación a las precipitaciones, el Inoculante 1 superó al resto de los tratamientos, evidenciando una relación clara entre crecimiento y fijación (figura 2.C). Ciampitti *et al.*,

(2023) sugieren que, en cultivos de alta productividad, la fracción de N proveniente de la FBN se incrementa. Lo contrario sucedería bajo estrés hídrico, donde el proceso de FBN es afectado (de Freitas *et al.*, 2022; Lumactud *et al.*, 2023). El mejor inoculado logró una ventaja con el fertilizado de 206 kg/ha. Por último, en el ciclo 2022/23 los Inoculantes 1, Inoculante 2 y Urea, sin diferencias entre sí, lograron rendimientos superiores al testigo, aun con baja productividad general (figura 2.D). La diferencia absoluta entre urea e Inoculante 1 fue de 116 kg/ha.

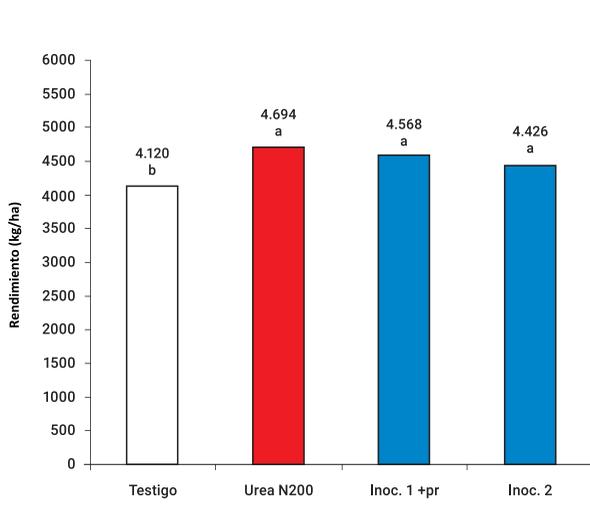


Figura 2. A

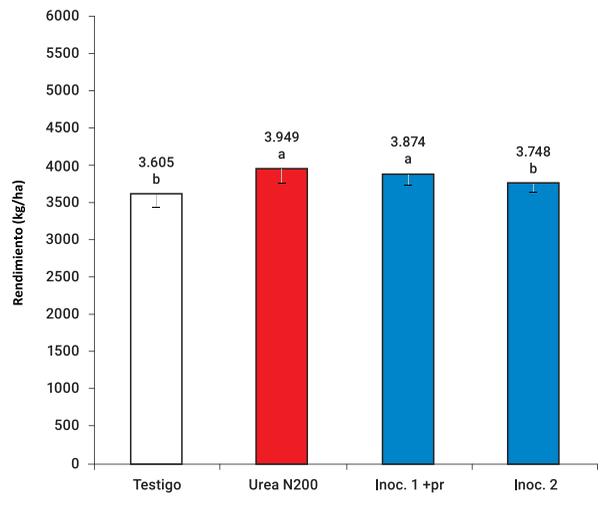


Figura 2. B

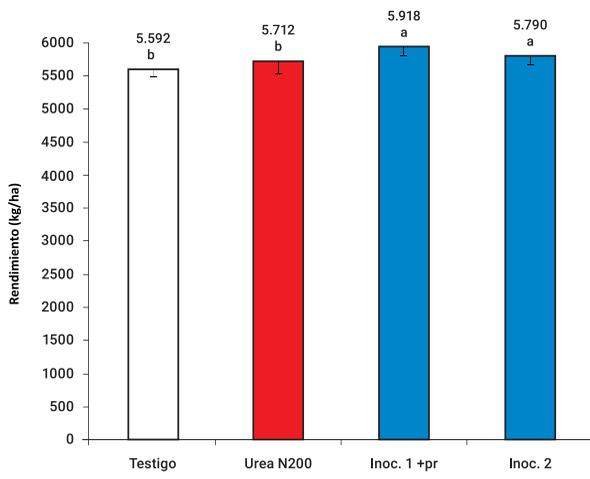


Figura 2. C

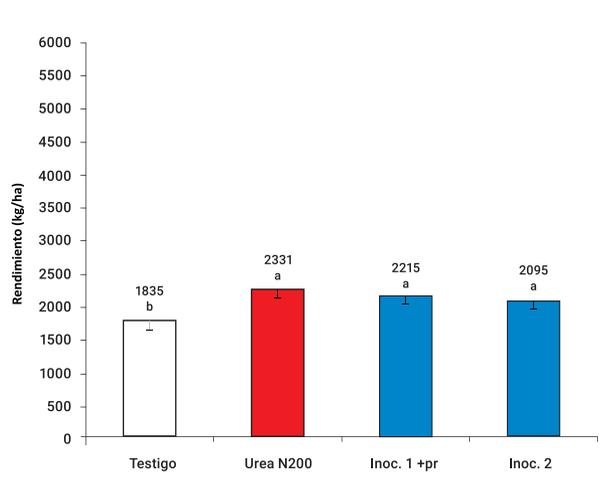


Figura 2. D

Figura 2: Producción media de soja (kg/ha) según tratamientos de nutrición nitrogenada mediante el uso de inoculantes y fertilizantes químicos. Campañas 2019/20 (**2.A**), 2020/11 (**2.B**), 2021/22 (**2.C**) y 2022/23 (**2.D**). Dentro de cada año, letras distintas sobre las columnas representan diferencias significativas entre tratamientos (DGC a=0,05 en 2019/20, 2020/21 y 2022/23 y DGC a=0,10 en 2021/22).

Conclusiones

La conclusión del trabajo fue que la fertilización química perjudicó la nodulación, mientras que la inoculación la mejoró. El rendimiento relativo entre fertilización y tratamientos biológicos estuvo relacionado con los rendimientos y la calidad del sitio. La inoculación prevaleció en el mejor ciclo productivo.

La fertilización química no perjudicó los rendimientos, pero no encuentra una justificación económica.

Bibliografía

Almeida, L. F. A.; Correndo, A.; Ross, J.; Licht, M.; Casteel, S.; Singh, M.; ... & Ciampitti, I. A. 2023. *Soybean yield response to nitrogen and sulfur fertilization in the United States: contribution of soil N and N fixation processes*. En: *European Journal of Agronomy* 145: 126791.

Ciampitti, I. A.; de Borja Reis, A.; Córdova, S. C.; Castellano, M. J.; Archontoulis, S. V.; Correndo, A. A.; ... & Moro Rosso, L. H. 2021. *Revisiting biological nitrogen fixation dynamics in soybeans*. En: *Frontiers in plant science* 12: 727021.

De Freitas, V. F.; Cerezini, P.; Hungria, M.; Nogueira, M. A. 2022. *Strategies to deal with drought-stress in biological nitrogen fixation in soybean*. En: *Applied Soil Ecology* 172: 104352.

Lumactud, R.A.; Dollete, D.; Liyanage, D. K.; Szczyglowski, K.; Hill, B.; Thilakarathna, M. S. 2023. *The effect of drought stress on nodulation, plant growth, and nitrogen fixation in soybean during early plant growth*. En: *Journal of Agronomy and Crop Science* 209(3): 345-354.

Zilli, J. É.; Pacheco, R. S.; Gianluppi, V.; Smiderle, O. J.; Urquiaga, S.; Hungria, M. 2021. *Biological N₂ fixation and yield performance of soybean inoculated with Bradyrhizobium*. En: *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 119(3): 323-336.

07

Evolución del peso de las cosechadoras de granos ofrecidas en el mercado argentino

JAVIER ELISEI¹, *

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Manejo de Cultivos (Argentina)

* elisei.javier@inta.gob.ar

La evolución del peso de las cosechadoras de granos ofrecidas en el mercado argentino fue estimada durante las últimas cinco décadas. Con la información brindada por empresas de fabricación de cosechadoras de granos (nacional y extranjera) fue calculada una tasa de incremento de 0,451 Mg/año entre 1996 y 2016. Asimismo, fueron registradas cosechadoras de granos con pesos superiores a 20 Mg.

Palabras clave: Tránsito agrícola, Peso por eje, Cosecha de cultivos.

Introducción

En las últimas décadas los fabricantes de cosechadoras de granos han ampliado el ofrecimiento de tecnologías para concretar en forma más eficiente la labor de cosecha de cultivos de granos. El uso de sensores, la aparición de rotores axiales y de cabezales de lona son algunos de los ejemplos respecto a esta tendencia.

Asimismo, las cosechadoras de granos ofrecidas en el mercado argentino fueron incrementando su peso, lo cual, es de suma importancia dado los efectos negativos en la estructura del suelo bajo un marco de mayor intensidad en la producción agrícola.

El objetivo del presente trabajo técnico fue determinar la evolución del peso de las cosechadoras de granos en las últimas décadas en el país.

Materiales y Métodos

A través de la información disponible entre los años 1967 y 2020 de los fabricantes nacionales y extranjeros de cosechadoras de granos fue realizado un relevamiento del peso de las cosechadoras de granos sin cabezal, con tolva vacía y sin combustible. Con esta información y utilizando el análisis de regresión lineal simple a través del programa estadístico InfoStat (Di Rienzo, 2010) fue determinada la tasa de incremento del peso de cosechadoras de granos ofrecidas en el mercado argentino a través de las etapas 1967 - 1996, 1997 - 2016 y 2017 - 2020.

Resultados y Discusión

La evolución del peso de las cosechadoras de granos en las últimas cinco décadas es presentada en la figura 1.

En la primera etapa (1967-1996) fue registrada una tasa de incremento de 0,095 Mg/año ($y = 0.095x - 181,3$; $r^2 = 0,76$), la cual finaliza con pesos alrededor de 8 Mg.

En la segunda etapa (1997-2016) se observó una tasa de incremento alrededor de 0,451 Mg/año ($y = 0.451x - 890,4$; $r^2 = 0,67$), 4,73 veces superior a la etapa anterior, terminando con pesos entre 14 y 22 Mg.

Mientras que, la tercera etapa (2017-2020) es caracterizada por una importante ampliación del rango de

pesos de cosechadoras de granos ofrecidas variando entre 8 y 26 Mg.

Considerando esta tendencia y los efectos negativos en las características físicas del suelo, se torna un tema relevante en los actuales sistemas agrícolas el diagnóstico de las características físicas del suelo y la aplicación de diferentes estrategias para prevenir o atenuar el problema mencionado.

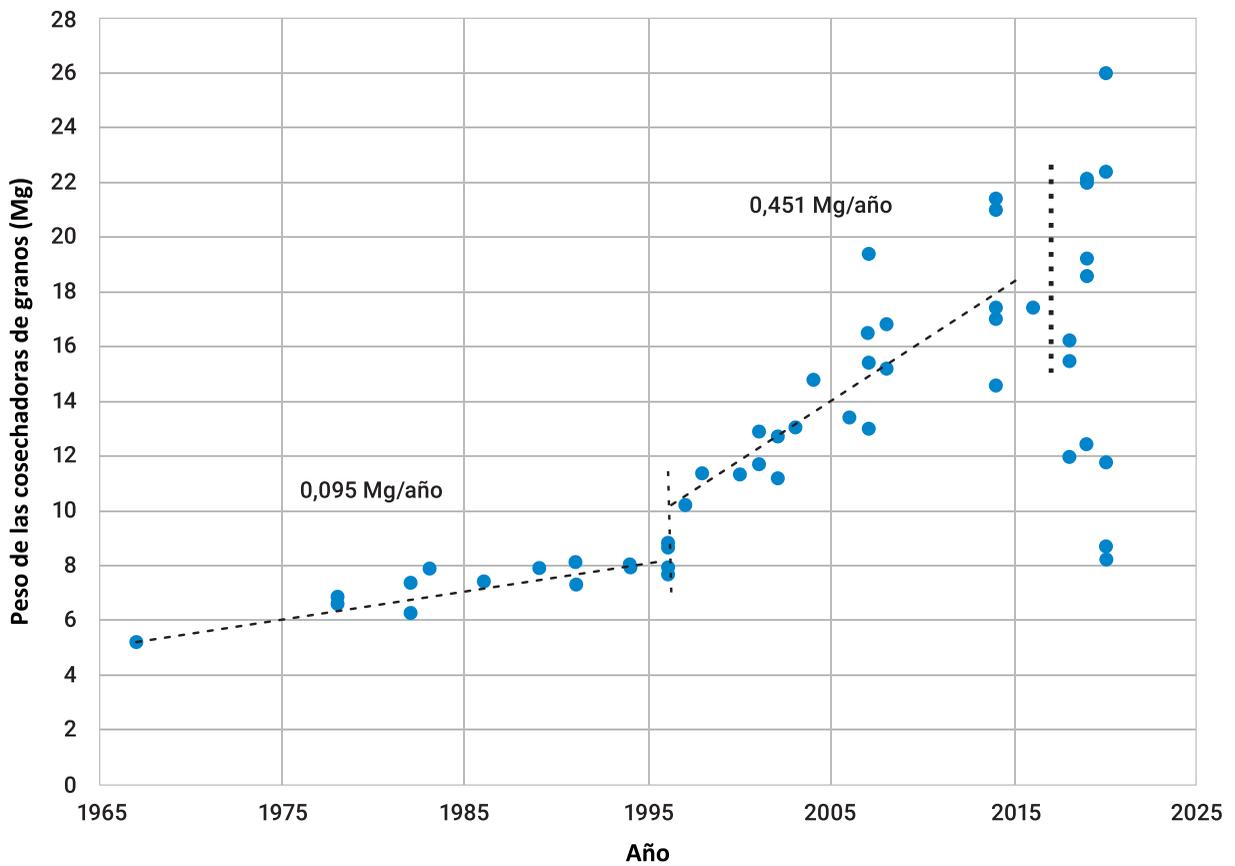


Figura 1: Peso de las cosechadoras de granos ofrecidas en el mercado argentino entre los años 1967 y 2020.

Conclusiones

La tasa de incremento considerable del peso de las cosechadoras de granos ofrecidas en el mercado argentino a partir de la mitad de la década 1990-2000 hasta el presente produjo en la actualidad la presencia en los sistemas agrícolas de cosechadoras de granos con pesos superiores a los 20 Mg.

Bibliografía

AGCO Argentina. 2007. *Especificaciones técnicas de Massey Ferguson 9790 ATR*. General Rodríguez, Buenos Aires, Argentina.

Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, I.; Tablada, M.; Robledo, C. W. 2010. *Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*.

Industrias John Deere Argentina S. A. 2008. *Especificaciones técnicas de John Deere 9860 STS*. Granadero Baigorria, Santa Fe, Argentina.

Vassalli Fabril S. A. 2011. *Características técnicas de Vassalli AX 7500 Lider*. Firmat, Santa Fe, Argentina.

08

Análisis económico de propuestas para la intensificación sostenible en el norte de Buenos Aires

FRANCISCO A. FILLAT^{1, *}

PRISCILA CANO¹

Y SILVINA M. CABRINI¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Sector Economía. (Argentina)
* fillat.francisco@inta.gob.ar

El uso de secuencias de cultivos más diversas, se presenta como una herramienta para promover la sostenibilidad de los sistemas. El objetivo de este trabajo, es el análisis económico de alternativas de diversificación e intensificación en base a resultados de un ensayo de ocho años. Las rotaciones con mayor intensidad y diversidad de cultivos mostraron ventajas sobre las más simples.

Palabras clave: Cultivos de cobertura, Diversificación, Resultados, Margen bruto.

Introducción

Los niveles actuales de producción de soja, maíz y trigo han colocado a Argentina entre los principales países productores y exportadores de estos productos. La profesionalización de la actividad y el alto nivel tecnológico junto con la disponibilidad de recursos naturales hacen competitiva la producción agrícola en las Pampas argentinas, aun cuando la carga tributaria sobre el sector agroexportador es mayor en comparación con otros sectores de la economía y otros países exportadores.

En las últimas tres décadas, la producción de cereales y oleaginosas ha aumentado significativamente. La tierra sembrada con cultivos anuales casi se duplicó

de 1990 a 2020 y la siembra de soja aumentó un 300% en el mismo período (fuente: www.datosestimaciones.magyp.gob.ar).

En la región pampeana argentina existe heterogeneidad en el uso del suelo, que va desde secuencias de cultivos simplificadas con un solo cultivo de verano, hasta secuencias de cultivos más diversas e intensivas, con una mayor proporción de doble cultivo dentro de una misma temporada agrícola. La simplificación de las secuencias generalmente se debe a la alta predominancia del cultivo de soja, sembrado como un único cultivo en la campaña. Esto se debe principalmente a un menor costo por unidad de área y un mayor retorno económico del capital invertido en comparación con otras alternativas (Cabrini y Calcaterra, 2016).

Las secuencias simplificadas se han asociado con preocupaciones ambientales. Estas preocupaciones incluyen la reducción de la productividad del suelo (Novelli *et al.*, 2011), la pérdida de biodiversidad (Beck *et al.*, 2005) y los desequilibrios de nutrientes, particularmente relacionados con el fósforo y el nitrógeno. En respuesta a estos desafíos, la propuesta de intensificación sostenible implica adoptar secuencias de cultivos más diversas e intensivas (e.g., Andrade *et al.*, 2015, 2017).

En este marco, el objetivo de este trabajo es estudiar económicamente alternativas de intensificación y diversificación de rotaciones agrícolas en el norte de la provincia de Buenos Aires, con diferentes planteos de uso de insumos.

Materiales y métodos

Los datos analizados corresponden a un ensayo de rotaciones agrícolas en parcelas a campo ubicado en el partido de Pergamino, provincia de Buenos Aires. En esta región el clima es templado húmedo, con veranos cálidos y sin estación seca marcada.

El experimento fue un factorial de parcelas divididas, dispuestos en un diseño de 3 bloques, según la topografía y el contenido de materia orgánica del suelo. Se evalúan tres factores: secuencias de cultivo (soja continua: SS, soja-maíz: SM, maíz-soja-trigo/soja: MST/S), la siembra de cultivo de cobertura (con cobertura: CC y sin cobertura: SC), y el nivel de uso

de insumos (manejo agronómico promedio en la zona: MAP y un manejo con mayor nivel de intensificación: MIS). Solo la secuencia SS, incluye un único manejo (MAP). Todos los cultivos incluidos bajo cada tratamiento estaban presentes cada año en tres bloques. Los datos obtenidos, corresponden a ocho campañas (2015/16 a 2022/23). Las precipitaciones en Pergamino durante las campañas analizadas fueron superiores a la media histórica, en tres de las ocho campañas, siendo cercanas a la misma en tres de ellas y sensiblemente inferiores en dos (particularmente la 2022/23).

A fin de poder analizar los distintos sistemas, teniendo en cuenta la totalidad de los años y su probabilidad de ocurrencia, se utilizó la del índice estandarizado de precipitaciones (SPI) a seis meses (tabla 1).

Tabla 1. Probabilidad de ocurrencia de rangos del SPI a 6 meses para febrero de cada campaña.

Rangos	Valor SPI	Probabilidad (%)	Campañas
Sequía extrema	-3 a -2	2	22/23
Sequía moderada a severa	-1,99 a -1	14	17/18 y 20/21
Normal a sequía incipiente	-0,99 a 0,09	34	19/20 y 21/22
Normal a humedad incipiente	0,1 a 1	34	15/16 y 16/17
Humedad moderada a severa / extrema	1,01 a 3	16	18/19

Nota: El Índice de Precipitación Estandarizado (SPI por *Standardized Precipitation Index*) es un índice para evaluar el estado de sequía o exceso de lluvia. Este indica cuántos desvíos estándar lejos de la media es la sumatoria de precipitaciones de los últimos seis meses en cada mes. Se utilizó el del mes de febrero donde se tiene una medición que acumula todas las precipitaciones ocurridas durante los diferentes períodos críticos de los cultivos de la rotación.

En la tabla 1 se muestra a que situación de sequía corresponde cada una de las campañas analizadas y la probabilidad de ocurrencia de las mismas.

En base a los datos recolectados del ensayo se realizó una evaluación indicadores económicos para los diferentes tratamientos. Los indicadores económicos considerados fueron: margen bruto por hectárea, retorno al capital de trabajo y tasa de retorno marginal.

El margen bruto (MB) se calculó como el ingreso bruto menos los gastos en insumos, servicios, cosecha y comercialización. Para el cálculo del ingreso por cultivo se tomó como precio, el disponible de cada año al momento de cosecha, en el puerto de Rosario. Se valoraron los insumos y labores en el momento que fueron utilizados. Para los gastos de comercialización se utilizaron las tarifas de Agricultores Federados Argentinos (AFA) y para los gastos de flete se utilizaron las tarifas de la Confederación Argentina de Transporte Automotor de Cargas (CATAC). Los precios se expresan en dólares a tipo de cambio oficial. El costo del alquiler de la tierra no está incluido en los cálculos de costos directos.

El retorno al capital de trabajo (TR) se calcula como el margen bruto dividido por los costos directos en insumos y servicios. Finalmente, la tasa de retorno marginal (TRM) se obtiene al dividir el incremento de margen bruto por su respectivo incremento de costos. La TRM indica el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtienen por cada unidad monetaria en que se incrementen los costos como resultados de cambiar de un tratamiento al otro.

Resultados y Discusión

La tabla 2 muestra los MB y TR promedio para cada nivel de los factores. La amplia gama de condiciones ambientales experimentadas por los cultivos durante el ensayo explica la alta variabilidad entre campañas en el período 2015/16 a 2022/23.

En el caso particular de las últimas dos campañas, se experimentaron los valores extremos inferior y superior en el ensayo en los indicadores analizados. En la campaña 2021/22 a una buena performance de los cultivos, se combinaron los mejores precios disponibles de los tres granos desde la cosecha 2016. En la campaña 2022/23, si bien los precios se mantuvieron (o fueron incluso superiores en el caso del trigo), la fuerte sequía que se experimentó hizo que los resultados productivos fuesen los peores de todo el desarrollo del experimento.

Considerando los promedios ponderados el valor máximo para MB (702,8u\$s/ha) se obtuvo en la rotación MST/S, sin cultivo de cobertura y con manejo intensificado (figura 1). Por otro lado, la rotación SS con cultivo de cobertura obtuvo un valor mínimo para MB (257,6u\$s/ha). El valor máximo para TR (185%) se obtuvo en la rotación SS, sin cultivo de cobertura y con manejo promedio del productor, seguido por las rotaciones MST/S SC MAP y SM SC MAP (157% y 153% respectivamente) (figura 2)¹.

Tabla 2. Estadísticas descriptivas para cada nivel de factor: campaña, presencia de cultivos de cobertura, sistemas agronómicos y secuencias de cultivos.

Factores	Niveles								
	Campaña	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23
Margen bruto (u\$s/ha)		421,2	584,0	228,8	458,2	261,8	235,5	1125,3	-311,4
Tasa de retorno (%)		99	137	47	99	60	52	244	-46
Cultivo de cobertura		SC	CC						
Margen bruto (u\$s/ha)		621,6	390,9						
Tasa de retorno (%)		149	75						
Sistema agronómico		MAP	MIS						
Margen bruto (u\$s/ha)		504,4	565,5						
Tasa de retorno (%)		116	100						
Secuencia de cultivo		SS	SM	MST/S					
Margen bruto (u\$s/ha)		391,4	487,1	582,8					
Tasa de retorno (%)		128	99	117					

Nota: En el cálculo de margen bruto y tasa de retorno para sistema agronómico no se consideró el tratamiento MAP Soja con y sin cultivo de cobertura.

¹ Análisis estadístico de los efectos de los tratamientos sobre los rendimientos (única variable con tres repeticiones por tratamiento, por campaña). La inclusión de cultivo de cobertura en las rotaciones tiene un efecto negativo significativo en el rendimiento de maíz y soja de 1ra. El manejo intensificado (MIS) mostró efectos positivos significativos en maíz, trigo y soja de 2da. La secuencia de cultivos y las interacciones no mostraron efectos significativos

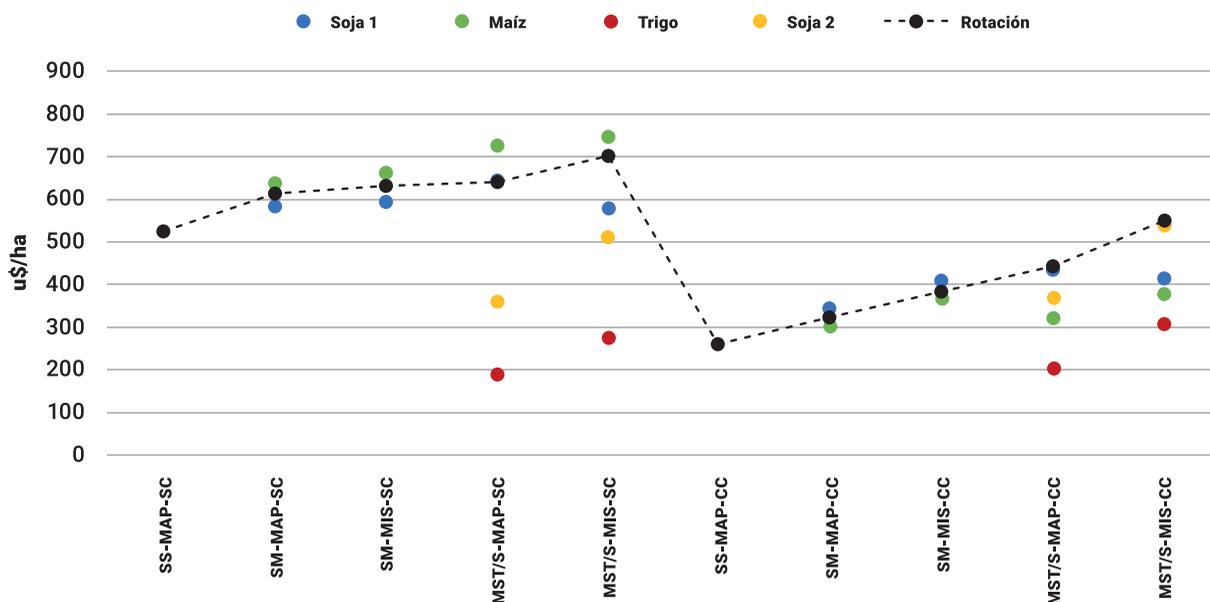


Figura 1: Promedios ponderados del MB de las campañas 2015/16 a 2022/23 para la presencia de cultivos en barbecho o de cobertura, dos sistemas agronómicos y tres secuencias de cultivos.

Si se analizan los tratamientos con los mayores márgenes brutos, la tasa de retorno marginal (TRM) del MIS con respecto a MAP es de un 49% para las rotaciones MST/S y SM sin cultivo de cobertura.

A su vez, la tasa de retorno marginal de la rotación MST/S sin cultivo de cobertura con respecto a la rotación SM sin cultivo de cobertura es 470% (tabla 4).

Tabla 4. Tasa de retorno marginal MIS vs MAP y la rotación SM vs MST/S de los cuatro tratamientos sin cultivo de cobertura.

Treatment	Δ MB (u\$/ha)	Δ costo (u\$/ha)	Δ TR (%)
MIS vs MAP	62,0	127,6	49
MST/S vs SM	52,3	11,1	470

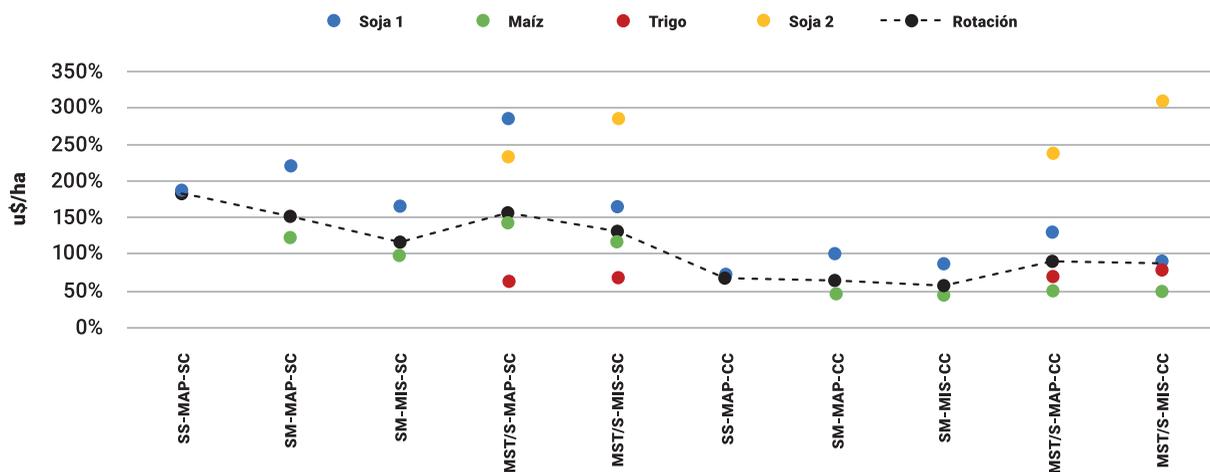


Figura 2: Promedios ponderados de la TR de las campañas 2015/16 a 2022/23 para la presencia de cultivos en barbecho o de cobertura, dos sistemas agronómicos y tres secuencias de cultivos.

Conclusiones

Las rotaciones con mayor cantidad y variedad de cultivos mostraron ventajas en términos económicos en comparación con las menos diversas. La maximización del MB por unidad de superficie en el mediano plazo, corresponde a la rotación MST/SSCMIS (figura 1). Si bien esta secuencia no es la que generó la máxima TR, las TRM de este tratamiento con respecto a los tratamientos con menor número de cultivos y menor nivel de uso de insumos, son elevadas.

En los tratamientos con cultivos de cobertura, tanto si el rendimiento del siguiente cultivo se mantuvo o disminuyó, es razonable esperar que los márgenes brutos sean relativamente menores que en las secuencias sin cultivo de cobertura. Esto se debe, principalmente, al costo de implantación del mismo. Para mejorar los resultados económicos de estos tratamientos es imprescindible realizar un manejo que permita capitalizar los beneficios ambientales,

reduciendo la fertilización nitrogenada del maíz con vicia como cultivo antecesor, o disminuyendo las aplicaciones de herbicidas para el control de malezas.

Es importante mencionar que para la elección de sistemas productivos consistente con un marco de intensificación sostenible debe considerar múltiples atributos de las alternativas, incluyendo aspectos económicos, ambientales y sociales, y la relevancia de los atributos para los tomadores de decisiones. Asimismo, es posible que existan efectos económicos de largo plazo que no hayan sido detectados en el período analizado.

Se continuará este estudio incorporando modelos de simulación con precios y rendimientos aleatorios para el cálculo de los resultados económicos esperados y el nivel de riesgo asociado.

Bibliografía

Andrade, J. F.; Poggio, S. L.; Ermácora, M.; Satorre, E. H. 2015. *Productivity and resource use in intensified cropping Systems in the rolling pampa, Argentina*. En: *European Journal of Agronomy* 67: 37-51.

Andrade, J. F.; Poggio, S. L.; Ermácora, M.; Satorre, E. H. 2017. *Land use intensification in the Rolling Pampa, Argentina: Diversifying crop sequences to increase yields and resource use*. En: *European Journal of Agronomy* 82: 1-10.

Beck, L.; Römbke, J.; Breure, A. M.; Mulder, C. 2005. *Considerations for the use of soil ecological classification and assessment concepts in soil protection*. En: *Ecotoxicology and Environmental Safety* 62: 189-200.

Cabrini, S. M.; Calcaterra, C. P. 2016. *Modeling economic-environmental decision making for agricultural land use in Argentinean Pampas*. En: *Agricultural Systems* 143: 183-194.

Novelli, L.E.; Caviglia, O.P.; Melchiori, R.J.M. 2011. *Impact of soybean cropping frequency on soil carbon storage in Mollisols and Vertisols*. En: *Geoderma* 167: 254-260.

09

Comparación del método de secado tradicional y ultrasecado en semillas de tres razas de maíz (*Zea mays* L.)

MARIANA FERNANDEZ^{1,*}
MIRIAM ARANGO²
Y RAQUEL DEFACIO¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Recursos Genéticos (Argentina).

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Oliveros (Argentina).

* fernandez.mariana@inta.gob.ar

La conservación de semillas a largo plazo, tradicionalmente se realiza con 5-7% de humedad de semillas y a 6-8 °C. El ultrasecado propone disminuir la humedad de la semilla a 3%, permitiendo conservar a temperatura ambiente, disminuyendo costos de mantenimiento. Se realizaron pruebas de germinación en semillas que fueron almacenados en ambas condiciones durante 12 años, para comparar ambos métodos.

Palabras clave: Conservación, Semillas, Humedad, Temperatura.

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores, domesticada en México hace 10.000 años, y uno de los cereales más utilizados por el hombre. El cultivo de esta especie en diversos ambientes y la selección por parte de los agricultores para usos específicos, generaron muchas variedades locales con gran variabilidad genética.

Desde la década de 1950, las variedades mejoradas y las nuevas prácticas agrícolas fueron haciendo desaparecer la biodiversidad de los campos por lo cual, a nivel internacional, se incentivó la conservación ex situ, creando los Bancos de Germoplasma. En estos Bancos, las especies con semillas del tipo ortodoxas como el maíz, que toleran la deshidratación (5 – 7%) y las bajas temperaturas (6 a 8 °C), se conservan bajo esta forma (FAO, 2014).

Gómez Campo (2006), propuso disminuir el contenido de humedad de la semilla al 3% (ultrasecado), pudiendo conservar las mismas a temperatura ambiente, disminuyendo así, los costos de conservación en los Bancos de Germoplasma. Dicho autor aplicó esta metodología en *Brassicaceas*. En Argentina, se probó esta metodología sobre tres especies nativas arbóreas, donde se concluyó que las semillas toleran el ultrasecado, sin perder viabilidad, luego 28 meses de conservación (Urtasun, *et al.* 2015).

El objetivo del presente trabajo es verificar si la técnica de ultrasecado es más eficiente que la de secado tradicional para la conservación a largo plazo de tres razas de maíz.

Materiales y métodos

Se estudiaron tres razas locales de maíz, conservadas en el Banco Activo de Germoplasma de Pergamino (BAP) del INTA. Los datos de pasaporte

y tipo de endosperma de cada raza se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Identificador, provincia de origen y tipo de endosperma de las 3 razas de maíz.

Identificador	Provincia de origen	Raza	Endosperma
ARZM03041	Entre Ríos	Avatí Morotí	Harinoso, amarillo
ARZA18042	La Pampa	Cristalino Colorado	Cristalino y anaranjado intenso
ARZM04054	Corrientes	Avatí Morotí Ti	Harinoso, blanco

En el año 2009, a las semillas de cada raza se le aplicaron dos tratamientos de secado utilizando el sistema de sílica gel. El Tratamiento 1 consistió en alcanzar la humedad de semilla de 6,6%, denominado secado tradicional (T) y el Tratamiento 2 se llevó a un 3% de humedad de semilla, llamado ultrasecado

(US). Alcanzada la humedad indicada, las muestras se envasaron en sobres trilaminados, se sellaron con calor para evitar el intercambio de humedad con el ambiente y se conservaron en cámaras a una temperatura promedio de 15 °C en el Banco Base de Germoplasma de INTA Castelar. En el año 2022 se

tomaron 2 muestras de 10 semillas de cada "raza" y para cada tratamiento y se determinó, el contenido de humedad de las semillas con el método de estufa a temperatura constante. El análisis de Germinación (PG), se realizó usando la metodología entre papel, en rollos. La siembra se realizó sobre 2 hojas papel (VALOT) plegado de manos, humedecido, cubiertas con otra hoja papel humedecido con igual contenido de humedad y enrolladas en forma de canelón. Para cada raza y cada tratamiento se sembraron 2 ensayos de 4 repeticiones de 25 semillas cada uno. El ensayo 1 consistió en incubar las semillas a 25 °C y el ensayo 2 a 20-30 °C, ambos con alternancia de luz, (8 h luz y 16 h de oscuridad), durante 7 días. También se realizaron 2 fechas o momentos de siembra, denominadas fecha de siembra 1 (FS1: 9 de marzo 2023) y fecha de siembra 2 (FS2:31 de marzo 2023). Finalizado este período se evaluaron las plántulas siguiendo el criterio del Manual de Evaluación ISTA2022. Se contabilizó el porcentaje de plántulas normales en cada unidad experimental, considerando plántula normal a aquellas plántulas que cuentan con todas sus estructuras esenciales, bien desarrolladas, completas, proporcionadas y sanas, también aquellas plántulas que tengan algún defecto leve, pero que este no afecte a la producción de una plántula normal y por último las plántulas que presenten infección secundaria. Para los análisis estadísticos se consideró como PG solamente al porcentaje de plántulas normales.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de semillas de INTA Pergamino, según lo establecido en Reglas

ISTA 2022. El número de semillas por repetición se redujo según las normativas de análisis de los Bancos de Germoplasma propuesta por el International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR, 1976).

Se utilizó un diseño factorial de tres factores con un arreglo en bloques donde las razas se consideraron como factor 1, los tratamientos como factor 2 y los ensayos como factor 3. Cada estante de la cámara de germinación fue considerado como un bloque.

Sobre los datos obtenidos se aplicó un análisis de la variancia utilizando el modelo lineal mixto generalizado que se detalla a continuación:

$$y_{ijkl} = \mu + E_i + T_j + R_l + R_l \times T_j + R_l \times E_i + T_j \times E_i + R_l \times T_j \times E_i + B_k + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

- y_{ijkl} = Porcentaje de plántulas normales
- μ = media general
- E_i = efecto de ensayo, $i = 1, 2;$
- T_j = efecto de tratamiento, $j = 1, 2;$
- R_l = efecto de raza, $l = 1, 2, 3;$
- B_k = efecto de bloque, $k = 1, \dots, 4;$
- ϵ_{ijkl} = término del error

Todos los efectos fueron considerados fijos, excepto el de repetición y fecha de siembra que se consideraron aleatorios.

Los análisis se realizaron con el procedimiento GLIMMIX del software SAS (SAS, Institute Inc., Cary, NC, USA).

Resultados y Discusión

La humedad de las semillas, luego de 12 años de conservación, se mantuvo alrededor de $6,8 \pm 0,4$ % de contenido de humedad para secado tradicional y $3,5 \pm 0,2$ % para ultrasecado, lo que indica que

el sobre trilingado es eficiente para conservar la humedad de las semillas a largo plazo.

Los resultados del porcentaje de plántulas normales se muestran en la tabla 2 y los análisis de la variancia para esa misma variable se observan en la tabla 3.

Tabla 2. Valores promedios de plántulas normales (expresados en %) obtenidos en el conteo final de la Prueba de Germinación del ensayo.

FS1: fecha de siembra uno; **FS2:** fecha de siembra 2; **T:** tradicional; **U:** ultrasecado.

Identificador	Ensayo 1: Germinación a 25 °C				Ensayo 2: Germinación a 20 - 30 °C			
	FS1		FS2		FS1		FS2	
	T	US	T	US	T	US	T	US
ARMZ 04054	87	67	82	70	90	73	90	75
ARMZ 18042	97	92	90	92	90	92	90	78
ARMZ 03041	86	76	87	82	86	76	92	78

Tabla 3. Análisis de la Variancia de la variable porcentaje de plántulas normales.

Efecto	Num DF	Den Df	F Value	Pr>F	< 0,05
Ensayo	1	58,76	0,65	0,4216	NS
Tratamiento	1	58,76	31,37	<0,001	**
Ensayo *tratamiento	1	58,76	0,21	0,6466	NS
Raza	2	58,76	14,28	<0,001	**
Ensayo *raza	2	58,76	3,97	0,0241	*
Tratamiento *raza	2	58,76	5,02	0,0097	**
Ensayo *tratamiento *raza	2	58,76	0,25	0,7816	NS

NS: no significativo; ****:** altamente significativo; *****: significativo.

La interacción triple, no mostró diferencias significativas, al igual que la interacción ensayo*tratamiento. Esto implica que para ambas temperaturas de incubación los tratamientos respondieron de igual manera. La interacción ensayo por raza fue significativa y tratamiento por raza altamente significativa, con lo cual los tratamientos, así como la temperatura de incubación respondieron de manera diferente para cada una de las razas.

El efecto ensayo no mostró diferencias significativas lo cual era esperable ya que las temperaturas de

incubación fueron las dos alternativas que propone ISTA para trabajar con maíz. Esto coincide con la falta de interacción entre tratamiento*ensayo.

El efecto tratamiento y raza fueron altamente significativos. Las razas con endosperma córneo tuvieron, en ambos tratamientos, mayores valores de PG. Para las razas con endosperma harinoso, el tratamiento de ultrasecado fue menos eficiente en la conservación.

En el endosperma cristalino los gránulos de almidón adquieren estructura poligonal y están fuertemente

empaquetados por una matriz de proteínas mientras que en el harinoso están débilmente empaquetados, son casi redondos y están asociados con capas delgadas de proteínas y muchos espacios de aire entre los gránulos. Esta característica del empaquetado de los gránulos de almidón podría explicar por qué

los materiales con endosperma predominantemente harinoso son menos tolerantes a la conservación a largo plazo, siendo más afectados cuando el contenido de humedad durante la conservación es menor.

Conclusiones parciales

El material con predominancia de endosperma cristalino se conserva mejor en ambas condiciones de secado que las poblaciones que contienen endosperma predominantemente harinoso.

En las semillas con endosperma harinoso, el ultrasecado no es eficiente para su conservación a mediano – largo plazo.

La composición del endosperma es clave para la conservación de las semillas de maíz. A mayor proporción de endosperma cristalino, mayor tiempo de conservación y menor pérdida de la viabilidad tendrán las semillas.

Bibliografía

FAO. 2014. *Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Rome: FAO. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3704s/i3704s.pdf> [consultado: 21 noviembre 2023]

Gómez-Campo, C. 2006. *Erosion of genetic resources within seed genebanks: The role of seed containers*. En: *Seed Science Research*, 16(4):291-294. doi:10.1017/SSR2006260

International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). 1976. *IBPGR annual report 1976*. Rome: IBPGR. Disponible en: <https://www.biodiversityinternational.org/e-library/publications/detail/ibpgr-annual-report-1976/> [consultado: 22 noviembre 2023]

ISTA. 2023 *International Rules for Seed Testing, Full Issue i-19-10 (308)* <https://doi.org/10.15258/istarules.2023.F>

Urtasun, M.M.; Giamminola, E.M.; De Viana, M.L. 2015. *Tolerancia al ultrasecado ya la temperatura de almacenamiento en semillas de tres especies nativas del Noroeste Argentino*. En: *Lhawet*, 4(1):27-31.

TESIS DOCTORAL

Los cultivos de cobertura como filtros bióticos característicos en el ensamblaje de la comunidad de malezas de sistemas agrícolas extensivos



TESISTA: ING. AGR. MARÍA VICTORIA BURATOVICH

Director: Dr. (MSci.) Ing. Agr. Horacio A. Acciaresi.

JURADOS

Dr. Guillermo Chantre.

Ing. Agr. Daniel Gimenez.

Dr. Román Boris Vercellino.



El uso masivo e irracional de herbicidas como única alternativa para el manejo de malezas en los sistemas productivos incrementó la presión de

selección sobre los biotipos de malezas con la consecuente expansión de la resistencia en los sistemas productivos de la Región Pampeana. Así, en Argentina se detectaron 30 biotipos de malezas resistentes, con resistencias simples y/o múltiples, con una tendencia al aumento exponencial. Por lo tanto, para resolver esta problemática se debe apuntar a generar una agricultura de procesos, donde entender la naturaleza de los procesos de enmalezamiento y la influencia que los factores de manejo del cultivo ejercen sobre el mismo, será un paso inevitable. Para avanzar hacia una agricultura de procesos desde la protección vegetal, es necesario el desarrollo de alternativas culturales de manejo de malezas a mediano y largo plazo. Dentro de las mismas el uso de cultivos de cobertura podría poseer un rol preponderante hacia la racionalización del manejo de malezas en sistemas agrícolas extensivos.

En la presente tesis se estudió el efecto de distintas monoculturas y consociaciones de cultivos de cobertura sobre el número de individuos, la materia seca aérea, especies y número de especies de malezas tanto durante el ciclo de crecimiento de los mismos, así como también durante el período de descomposición de los residuos. Además, se caracterizaron las estructuras de canopy de distintos cultivos de cobertura y se lo relacionó con la intercepción de la radiación fotosintéticamente activa y el número de individuos y materia seca aérea de malezas. Asimismo, se estudió el efecto de monoculturas y consociaciones de cultivos de cobertura sobre los procesos demográficos de *Bowlesia incana* y *Conyza bonariensis*, y los flujos de emergencia de otras malezas. También se estudió el efecto del empleo de cultivos de cobertura sobre la productividad en grano del cultivo de maíz o soja siguiente en la rotación.

Los resultados encontrados en la presente tesis indicaron que el empleo de cultivos de cobertura disminuyó el número de individuos, la materia seca aérea y el número de especies de malezas tanto durante el ciclo de crecimiento, así como también durante el período de descomposición de los residuos. Además, se redujo la diversidad específica de las especies de malezas posiblemente debido a la adaptación de las malezas a las condiciones bajo cultivos de cobertura. Esto resulta importante dado que se podría conducir a un sistema constituido por una o unas pocas especies de malezas dominantes. Por otro lado, el empleo de cultivos de cobertura afectó negativamente los procesos demográficos de *Conyza bonariensis* y *Bowlesia incana*. Esto resulta muy interesante dado que no se generó aporte de semillas al banco con lo cual se esperaría que estas poblaciones de malezas disminuyan su frecuencia al incluir cultivos de cobertura en la rotación. Sumado a ello, no se encontró una relación entre el porcentaje de intercepción de la radiación fotosintéticamente activa y el número de individuos y la materia seca aérea de malezas. Esto pone de manifiesto que otros factores como el uso de recursos subterráneos o la alelopatía ejercida por los cultivos de cobertura debería estudiarse. Asimismo, el empleo de cultivos de cobertura no afectó la productividad en grano del cultivo de soja, mientras que el cultivo de vicia en monoculturas o consociado

con otras especies aumentó la productividad en grano del cultivo de maíz. De esta manera, es factible la inclusión de cultivos de cobertura en los sistemas productivos de la Región Pampeana debido a que favorecen la reducción del número de individuos y la materia seca aérea de malezas, las aplicaciones de herbicidas y no se afecta la productividad en grano de los cultivos posteriores. Esta herramienta permitiría disminuir el uso de herbicidas con la consecuente disminución en el impacto ambiental y en la presión de selección sobre biotipos de malezas resistentes, disminuyendo la expansión de la resistencia en los sistemas productivos de la Región.

TESIS DE MAESTRÍA

Efecto de *Lactobacillus salivarius* sobre la microbiota intestinal, el estado sanitario y el desempeño productivo de cerdos en etapa de recría



TESISTA: ING. AGR. CONSTANZA LAURA STOPPANI

Directora: Lic. en Biotecnología (MSci.) Dra. Lorena Paola Soto.

Co-directora: Ing. Zoot. (MSci.) Verónica Mariel Rocha.

Consejera de Estudios: Ing. Agr. (MSci.) Patricia Silvia Silva.

JURADOS

M.V. (MSci.) Fernando Anibal Bessone.

Bioq (MSci.) Jesica Evelyn Blajman.

M.V. Dra. María Teresita Benzzo.



El normal funcionamiento del tracto gastrointestinal es crucial para los procesos fisiológicos y metabólicos de los cerdos, dependiendo ampliamente de la microbiota presente. El estrés del destete altera dicha microbiota, generando desórdenes fisiológicos y metabólicos, afectando indicadores productivos.

Dada la creciente restricción de antibióticos, para contrarrestar estos efectos, se estudian los probióticos como una alternativa viable a este problema. El objetivo de este trabajo fue evaluar cambios en la microbiota intestinal, parámetros productivos y sanitarios en cerdos en recría al suplementar *Lactobacillus salivarius* DSPV014C. Para ello, se realizó un estudio con 20 lechones en dos grupos, GP: suplementando *L. salivarius* y GC: sin suplemento. Durante 6 semanas se muestreo materia fecal para evaluar poblaciones microbianas y determinar la dinámica poblacional de la microbiota predominante. Además, se calcularon índices de diversidad, homogeneidad y riqueza. Semanalmente, se determinaron aumento medio diario, consumo medio diario y conversión alimenticia (CA); y a través de análisis de sangre se evaluaron hemograma y concentración de indicadores sanguíneos. Finalizado el estudio se muestreó el intestino para evaluar altura de vellosidades (V), profundidad de criptas (C) y su relación V/C. En el GP, *L. salivarius* fue recuperado desde la semana 1, demostrando su capacidad de alcanzar el intestino. La modulación de la microbiota difirió, viéndose un perfil distinto entre grupos al finalizar el estudio y los índices de diversidad y riqueza presentaron mayores valores en GP. La CA fue mejor para el GP como así también los valores de V y la relación V/C. En conclusión, la suplementación con *L. salivarius* DSPV014C mejoró el desempeño productivo de los cerdos del GP, lo que se explicaría por un incremento en la capacidad de digestión y absorción dadas por una mayor longitud de vellosidades intestinales y una modulación diferencial de la microbiota intestinal, con mayores índices de riqueza y diversidad.

Palabras clave: Probióticos, Microbiota intestinal, Conversión alimenticia, Cerdos, Bacterias ácido lácticas.

TESIS MAESTRÍA

Una mirada sistémica al proceso de difusión de la información meteorológica y climática para la toma de decisiones de los productores agropecuarios en el norte de la provincia de Buenos Aires



TESISTA: *ING. AGR. CRISTIAN ARIEL ZUCHINI*

Director: Dra. Patricia Gutti.

JURADOS

Dra. Noelia Principi.

Ing. Agr. Verónica Carrapizo.

MSci. Fabián Andrés Britto.



Este trabajo analiza el proceso de difusión e incorporación de la información meteorológica y climática en los productores agropecuarios de dos partidos del

norte de la provincia de Buenos Aires, entendiendo que se trata de un factor que incide en el esquema de innovación agrícola local. Específicamente, el estudio se centra en la perspectiva del productor agropecuario respecto de la información meteorológica disponible y su uso para la toma de decisiones relacionadas con el proceso productivo.

Dentro del sector agropecuario, las tecnologías de proceso son clave para tener una mayor eficiencia y productividad con base en los recursos disponibles. En este marco, la información meteorológica es considerada una de estas tecnologías, debido a que afecta la planificación de la producción. Los sistemas agropecuarios son producciones a cielo abierto, por lo que sus actividades se encuentran afectadas por el clima. Los rindes de los cultivos se ven modificados por la variabilidad climática interanual, y esto repercute en el retorno económico. Por lo tanto, conocer lo que pasa con el clima y sus variaciones, para anticiparse a condiciones favorables o desfavorables, es central en este tipo de producciones.

Para realizar la investigación se utiliza la metodología de estudio de caso y se pone énfasis en el análisis del proceso de difusión de la información meteorológica en el sector agrícola del norte de la provincia de Buenos Aires, Argentina, mediante un enfoque sistémico. Los casos a analizar son productores agropecuarios de los partidos de Chivilcoy y Pergamino.

Los resultados del trabajo evidencian que los fenómenos meteorológicos y climáticos son percibidos como la principal fuente de riesgo de las producciones, por parte de los productores encuestados, y la sequía es identificado como un evento crítico en las producciones agropecuarias. Sin embargo, a pesar del gran avance que han tenido las tecnologías de información y comunicación (TIC) en la producción agropecuaria, permitiendo un mayor acceso a la información de calidad, se observa que la información meteorológica y climática no se ha convertido en un factor determinante para la toma de decisión en la planificación de las producciones a largo plazo. Las mejoras logradas por las instituciones productoras de esta información, tanto en la calidad de los datos como en los medios de difusión, fueron significativas, pero aún presentan limitaciones para que el productor perciba los beneficios derivados del uso de esta tecnología en la producción.

Palabras clave: Sistemas de innovación agrícola, Servicios climáticos, Difusión de innovación, Productores de Chivilcoy y Pergamino, Proceso tecnológico.

46° CONGRESO ARGENTINO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Innovaciones para sistemas sustentables

OMAR SCHENEITER^{1,2}

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Mejoramiento genético de forrajeras. (Argentina).

² Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (UNNOBA), Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales, Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

Entre el 13 y el 15 de septiembre se realizó en las instalaciones del Universidad de la Universidad Nacional del Noroeste de Buenos Aires, en la ciudad de Pergamino, el 46° Congreso Argentino de Producción Animal, organizado por AAPA, la UNNOBA y el INTA.

Luego de tres años de congresos virtuales, en esta oportunidad se restauró la modalidad presencial mediante un formato híbrido: una jornada virtual con conferencias plenarias y dos días presenciales con actividades en 11 secciones temáticas, talleres, cursos y foros. Participaron en forma presencial 450 asistentes y 870 a través de las redes sociales. La audiencia del congreso está compuesta en buena parte por investigadores de las instituciones del sector público, extensionistas y profesionales privados. En esta oportunidad, también se incluyeron temas productivos para productores, asesores y contratistas, una actividad para la comunidad en general y también aspectos que tienen relación con la comunicación científica escrita la cual nos permiten establecer lazos con el mundo científico a nivel global.

El lema del 46º Congreso AAPA fue **“Innovaciones para sistemas sustentables”** para tratar nuevos conceptos en pos de afrontar el desafío de conjugar una producción animal competitiva, satisfacer de demanda de productos pecuarios, considerar la producción de GEI y efluentes y, el bienestar y la salud animal.

En el Congreso se presentaron 281 trabajos científicos, hubo 6 conferencias plenarias, 23 conferencias en secciones, 30 presentaciones en talleres y 3 cursos. Para abordar lo anterior participaron 14 invitados extranjeros y 48 de distintas regiones de nuestro país, del sector público y privado.

Conferencias plenarias

Las conferencias plenarias se enfocaron en la relación del ambiente y la producción animal y fueron dictadas por reconocidos investigadores internacionales y nacionales.

- *“The role of domestic herbivores in improving and maintaining soil fertility for sustainable cropping systems”* (Dr. Gilles Lemaire, INRA, Francia).
- *“OneHealth: un nuevo concepto en salud”* (Dr. Guillermo Téllez Isaías, University Arkansas, USA)
- *“Maternal Nutrition in Beef Cattle: Developmental Outcomes in Offspring”* (Dr. Joel Caton, North Dakota State University, USA)
- *“Producción y resiliencia de la agricultura circular en la producción porcina”* (Dra. Wendy RAUW- INIA Madrid, España)
- *“GreenerCattle Initiative: Un programa de financiación para investigar sobre la mitigación del metano entérico en rumiantes”* (Dr. Juan M. Tricarico, Dairy Management Inc, USA).
- *“Certificación de productos pecuarios sustentables. El caso de la producción de Huevos Orgánicos”* (Med. Vet. Paola Cardaci, UNLP e Ing. Zoot. Ernesto Benavidez, UNLZ, Argentina)

Las conferencias plenarias se pueden ver a través del enlace <https://www.youtube.com/watch?v=UOHgZ0j8GHc>

Secciones temáticas

Se realizaron en forma presencial las 11 secciones temáticas que posee la AAPA en las cuales se contó con disertaciones y recorridas de posters de los trabajos científicos presentados. Todas las secciones contaron con presencia de los editores de sección y al menos uno de los disertantes de cada sección para favorecer el intercambio. Se contó con la presencia de 15 disertantes presenciales, 2 de ellos fueron disertantes extranjeros, y 7 disertantes remotos de los cuales 4 fueron disertantes extranjeros.

Actividades satélites

En las actividades satélites hubo 42 presentaciones, 36 en forma presencial, siendo una de ellas brindada por un disertante extranjero y 6 en forma remota, 3 de ellas fueron brindadas por disertantes extranjeros. Las siguientes actividades satélites consistieron en siete talleres, un foro, una jornada demostrativa y dos cursos.

Talleres: *“Una sola salud: la resistencia a antimicrobiano desde un enfoque interdisciplinario”*, *“Avances en leguminosas forrajeras y sus simbioses”*, *“Buenas prácticas agropecuarias”*, PROMEFA, *“Programa para el mejoramiento de la evaluación de forrajes y alimentos”*, *“Mejoramiento genético de forrajeras y uso de microorganismos”*, *“Ganadería familiar y pastizales naturales”* e *“Indicadores Ambientales de AAPA 2023 (TIAPA 2023)”*.

Foro Argentino de Genética Bovina en AAPA 2023: *“Genética y Medio Ambiente”*

Jornada demostrativa en INTA EEA Pergamino: *“Innovaciones para heno y henolaje de calidad”*

Cursos: *“Cómo fotografiar bovinos de carne y de leche”* y *“Como sobrevivir el proceso de revisión: La perspectiva del editor”*

Apoyaron económicamente al congreso 19 empresas y 4 instituciones oficiales. Catorce universidades declararon de interés este congreso y muchas brindaron capital humano para concretar este evento.

Finalmente, el Comité Organizador estuvo compuesto por Integrantes de la AAPA, del INTA Pergamino y Gral. Villegas, de la UNNOBA y del CONICET.

- Por el INTA Pergamino: Mariela Acuña, Pablo González, Bernardo Iglesias, Agustina Lavarello, Juan Mattera, Catalina Novarese, Ezequiel Pacente, Omar Scheneiter, Patricia Schutz y Constanza Stoppani.
- Del INTA Gral. Villegas: Irene Ceconi, Marina Maekawa y Daniel Méndez.
- Desde la UNNOBA: Jonatan Camarasa, Leandro Fariña, Ángel Patitucci, Florencia Santángelo e Ivana Varea.
- De la UBA/CONICET: Carla Di Bella y Agustín Grimoldi
- De la AAPA: Silvia Cifala y Andrea Pereyra.



IV CONGRESO ARGENTINO DE MALEZAS – ASACIM

Ciencia, producción y sociedad: hacia un manejo sustentable

GABRIEL PICAPIETRA^{1, 2, *}
MARÍA BURATOVICH^{1, 2,}
Y HORACIO ACCIARES^{1, 3}

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Malezas. (Argentina).

² Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (UNNOBA), Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales, Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

³ Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), La Plata, Buenos Aires, Argentina. Calles 526 e/10 y 11, La Plata, Argentina. *picapietra.gabriel@inta.gov.ar.

Desde 2015 con la realización del primer congreso, la Asociación Argentina de Ciencia de Malezas organiza este espacio para presentar y analizar el estado actual del saber científico en relación con las malezas y todo aquello vinculado a los avances tecnológicos y los nuevos problemas en el área.

Detalles del evento

El grupo de malezas de la EEA INTA Pergamino estuvo presente en la ciudad de Mar del Plata los pasados días 13, 14 y 15 de septiembre, para participar del congreso que organiza la Asociación Argentina de Ciencia de Malezas (ASACIM), esta vez bajo el lema “*Ciencia, producción y sociedad: hacia un manejo sustentable*”.

Durante el primer día se llevaron a cabo dos talleres precongreso titulados “Determinación y manejo de la residualidad de herbicidas en el suelo” y “Aportes de la biología molecular a la ciencia de las malezas”. Con los cupos

completos, los talleres fueron un espacio de trabajo e intercambio en relación con el conocimiento actual y el desarrollo a futuro.

En los dos días siguientes se desarrollaron salas de conferencias plenarias, mesas redondas y exposiciones orales de trabajos enfocados en los siguientes ejes temáticos: resistencia a herbicidas (RH), manejo de malezas con herbicidas y tecnología de aplicación (MH), manejo integrado de malezas (MI), biología y ecología de malezas (BE) y ambiente, sociedad, extensión y educación de las ciencias de las malezas (ASE).

Las plenarias estuvieron dirigidas tanto por disertantes internacionales como nacionales para exponer los temas relevantes considerados por los organizadores del congreso. Las mesas redondas consistieron en la exposición breve de panelistas invitados y la discusión del tema propuesto con otros panelistas y los asistentes. La exposición oral de trabajos consistió en la exposición de temas seleccionados por el comité académico a instancias de un coordinador designado para cada una de las áreas.

Conferencias plenarias

Los conferencistas extranjeros fueron: Luis Antonio De Ávila (Universidad Estatal de Mississippi) quien habló del cambio climático y su relación con las malezas, Lovreet Shergill (Universidad de Montana) quien desarrolló los avances en un dispositivo de control de semillas de malezas (Redekop®) al momento de la cosecha del cultivo y Rone Batista de Oliveira (Universidad Estatal del Norte de Paraná), Edinaldo Camargo (Universidad Federal de Pelotas) y Fernando Adegas (EMBRAPA) disertaron acerca de avances en tecnología de aplicación y el estado actual y la optimización del uso de herbicidas. Por su parte, los referentes nacionales que también contaron con su espacio fueron: Martín Vila-Aiub (FAUBA - CONICET) quien disertó acerca de los aspectos evolutivos de las malezas y los sistemas agrícolas y Fernando Oreja (FAUBA) y Patricia Diez de Ulzurrun (UNMdP) indicaron aspectos de biología y ecología de malezas, como puntos clave para el manejo de la resistencia a herbicidas.

Mesa redonda

Las cinco mesas redondas, enfocadas en los diferentes ejes temáticos, estuvieron conformadas por entre tres y cuatro panelistas. La mesa redonda del eje RH se centró en los problemas de *Amaranthus palmeri* y *Lolium multiflorum*. En la mesa BE se presentaron temas de polinización/hibridación en *Raphanus spp.* y dormición en semillas de *Amaranthus*. Luego, en una mesa combinada MI y BE se trataron temas de biodiversidad, emergencia y habilidad competitiva. En la mesa MH se disertó acerca del uso de herbicidas y del riesgo ambiental.

En cuanto a la mesa MI se disertó acerca de las secuencias de cultivos y el uso de cultivos de cobertura. En esta sección, Victoria Buratovich hizo una presentación de uno de los capítulos de su tesis doctoral, en donde discute el impacto de un cultivo de cobertura en el proceso de enmalezamiento. Para ello, destacó que es tan importante lograr una gran acumulación de materia seca aérea durante el ciclo, como así también es crucial la persistencia de los residuos del cultivo de cobertura, ya sean monoespecíficos o poliespecíficos.

Y a modo de epílogo del congreso, se desarrolló la mesa ASE en donde se discutió la mitigación del impacto de los herbicidas en el ambiente, el rol de la carrera del ingeniero agrónomo y de la formación profesional y, finalmente, Horacio Acciaresi planteó la cuestión utópica del complejo sistema de “manejo integrado de malezas”, el que fuera planteado allá en 1982 y aun hoy sigue sin poder consolidarse. Ante esta dificultad, Horacio propuso una integración de enfoques que reúna cuatro pilares:

- i. la redefinición de pautas de investigación-extensión,
- ii. un ajuste en la optimización del desarrollo de herbicidas,
- iii. una mayor vinculación con el sector productivo en lo referido a la capacitación y proactividad y
- iv. el rol del estado en la promoción de estrategias con mayor grado de integración.

Exposición oral de trabajos

Se dividieron en cuatro ejes temáticos en donde se presentaron cuatro trabajos en cada uno. Uno de los ejes se tituló “Poaceas” y en este espacio se expusieron trabajos de *Eleusine tristachya*, *Cynodon dactylon*, *Lolium spp.* y *Echinochloa colona*. En esta última, Gabriel Picapietra presentó los avances de uno de los capítulos de su tesis doctoral en donde identificó una respuesta diferencial en la susceptibilidad de la maleza a glifosato para el partido de Pergamino. A través del análisis realizado, concluyó que un mayor grado de intensificación de la secuencia de cultivos, que facilita la rotación de mecanismos de acción de herbicidas y modifica la dinámica de las malezas, reduce la evolución de la resistencia a glifosato.

Otro eje se tituló “Brasicaceas” en donde se expusieron trabajos de nabo referidos a la germinación, resistencia a herbicidas y manejo con cultivos de cobertura y herbicidas. El eje “Amarantáceas” se centró en *Amaranthus hybridus*, bases para la germinación, detalles de la resistencia a glifosato, el control con herbicidas y el uso del dispositivo Redekop® para evitar la diseminación de semillas. Finalmente, en el panel “Herbicidas, resistencia y tecnologías de aplicación” se presentaron trabajos de calidad de aplicación de herbicidas y estado de resistencia.

Cierre del congreso

Al finalizar el congreso, luego de la premiación de trabajos, se otorgó un reconocimiento a cada uno de los especialistas que han trabajado en el ámbito de las malezas y que se hallan gozando su jubilación. Los galardonados fueron Delma Faccini, Luisa Nisensohn, Eduardo Puriccelli, María Teresa Sobrero, Francisco Bedmar, Jorge Garay, Mario Vigna, Graciela Guevara, Carolina Istillart, Juan Carlos Ponsa, Elba de La Fuente, Emilio Satorre, Juan Carlos Papa, Claudio Ghera y Alejandra Martínez Ghera.

Producción publicada

El grupo de trabajo presentó dos resúmenes, los que fueron publicados en las actas del congreso <https://www.malezas2023.com.ar/>

- *Residuos de cultivos de cobertura y el efecto sobre el número y materia seca aérea de malezas.* Buratovich M. V., Acciaresi H. (p. 52).
- *Variabilidad de la susceptibilidad a glifosato en Capín (Echinochloa colona L. Link.) Y su relación con los sistemas de cultivo.* Picapietra G., Tucsca D., Acciaresi H. (p. 282).



XXXI CONGRESO DE AAPRESID "C, elemento de vida"

ALICIA IRIZAR^{1, *}

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Gestión Ambiental (Argentina)
*irizar.alicia@inta.gob.ar

Bajo el lema "C, elemento de vida", entre el 9 y el 11 de agosto se llevó a cabo el XXXI Congreso de AAPRESID en la ciudad de Rosario. El evento contó con aprox. 7.900 inscriptos y tuvo una modalidad mixta (presencial/ virtual). Se realizaron más de 180 talleres y plenarias en simultáneo y participaron más de 300 disertantes nacionales e internacionales. Además de las salas de conferencias, los asistentes pudieron disfrutar de un hall comercial y del parque de maquinarias.

Durante el desarrollo del Congreso se trataron los siguientes ejes temáticos: salud del suelo y cambio climático, bioeconomía, biotecnología, sistemas agroecológicos, sistemas integrados, manejo de cultivos, maquinarias y Agtech, legislación y políticas públicas y educación y comunicación.

Numerosos profesionales de la EEA Pergamino de INTA participaron del Congreso, y a su vez, varios de ellos estuvieron presentes compartiendo resultados e intercambiando experiencias con otros colegas y con el sector productivo. Los aportes de nuestra experimental fueron:

- Lucrecia Couretot: Paneles *"Del conocimiento a la práctica: panel de expertos y nuevas herramientas para el manejo sanitario"* y *"Enfermedad emergente en maíz: Carbón de la Panoja, ¿ocuparse y pre ocuparse?"*.
- Ana Clara Caprile: Panel *"Fitosanitarios: impacto ambiental y estrategias de mitigación/Residuos de fitosanitarios en el suelo"*.
- Juan Mattera: Panel *"Metano entérico/ Producción de carne y emisión de metano entérico en sistemas agrícolas con cultivos de cobertura"*

- Gustavo Ferraris: Panel "Bioinsumos: ¿Cómo y por qué incorporarlos en nuestros sistemas?".
- Gonzalo Pérez: Panel "Fertilización e indicadores de sustentabilidad en zona centro-oeste bonaerense".
- Alicia Irizar: Panel "Dinámica del carbono: cómo lograr que el carbono pase a materia orgánica / De la atmósfera al suelo. Prácticas que secuestran materia orgánica".

Aquellos interesados en profundizar más sobre los temas tratados en el Congreso podrán ingresar al siguiente enlace para visualizar las charlas de todos los paneles: <https://youtube.com/playlist?list=PLMiwXgAFUG9eQpCZIT-il8rZMywITSEY0&si=kIvK4DBAvL7hdLgJ>.



SEMBLANZA

Dr. Alfredo Cirilo

1956 - 2023



DR. (MSci.) ING. AGR.
ALFREDO G. CIRILO

Alfredo dedicó toda su vida profesional al INTA, en el que ingresó en 1983 como becario, recién recibido con medalla de Honor por la Facultad de Agronomía de la UBA. Lo hizo de la mano del Ing. Agr. Carlos Senigagliesi, con lugar de trabajo en la Agencia de Extensión Rural de Nueve de Julio. Allí tuvieron lugar sus primeros pasos en investigación, hasta que decidió formalizar su carrera como investigador, iniciando en 1989 una maestría en Producción Vegetal en la Unidad Integrada Balcarce. Hacía allí partió, a orientar nuevas búsquedas e inquietudes bajo la dirección de Fernando Andrade, con quien también completaría el doctorado en 1995. Retornó a Pergamino, donde se radicó con su familia para dar forma al crecimiento profesional y social.

Enfrentó entonces las dificultades de todo aquél que inicia una carrera ya sin directores, con muchas ideas y pocos recursos para desarrollar un área que no existía en la Estación Experimental hasta su llegada: la de **Ecofisiología Vegetal**. Contaba sólo con un ayudante, nuestro querido “*el viejo Arias*” y una camioneta con incontables kilómetros que frecuentemente demandó de sus destrezas como mecánico.

Supo sortear las dificultades estableciendo convenios con empresas y uniendo esfuerzos con colegas de la Facultad de Agronomía de la UBA para acceder a financiamiento extrapresupuestario. Así comenzó su sociedad científica con María E. Otegui, con quien compartió la dirección de numerosos proyectos de investigación que incluyeron la formación de también numerosos estudiantes de grado y postgrado hasta su retiro. De esos primeros días podemos recordar la dirección de la pasantía de Gustavo Ferraris, la maestría de Sergio Luque y el doctorado de Gustavo Maddonni, entre otras. También, claro está, la incorporación de quien fuera su compañero incondicional, mano derecha y objeto de bromas futbolísticas, el querido Luisito, *el Chaqueño*.

Su profusa y vasta labor en el **Grupo de Manejo de cultivos del Área de Producción Vegetal, Mejoramiento Genético y Gestión Ambiental** de nuestra Estación Experimental no se limitó a sus propios intereses en investigación. Alfredo fue pionero en desarrollar proyectos con protocolos comunes que reunían esfuerzos de investigadores en distintas unidades del país. Con la conformación del **Área Estratégica de Ecofisiología Vegetal** de INTA en la estructura que se propuso en 2005, aceptó la convocatoria como Coordinador de un Proyecto de Red que le realizara oportunamente Fernando Andrade, director del Área. Era el momento de asistir al desarrollo de las regiones extra pampeanas, apoyándose en la fortaleza que representaba la reinserción en muchas estaciones de una gran cantidad de jóvenes que recientemente habían obtenido sus postgrados, muchos bajo la dirección de Alfredo o Fernando. El liderazgo indiscutido de ambos dio rápidamente frutos, proliferando la cantidad de proyectos de calidad en temas que no se limitaban a los tradicionales cultivos extensivos y permitían la formación de postgrado de nuevos profesionales. Con el retiro de Fernando en 2014 y tras el correspondiente concurso, Alfredo tomó la posta como Coordinador del Área Estratégica ahora denominada **Programa Nacional de Ecofisiología y Agroecosistemas**. Conformó un equipo de trabajo con investigadores de las más variadas disciplinas, desde la ecofisiología hacia los sistemas productivos, la intensificación sostenible, la agroecología, la economía y la sociología. Los segundos viernes de cada mes, hasta su reciente jubilación, hizo gala de su don de diálogo y tolerancia en la búsqueda de consensos. Alfredo tenía ese don de la discusión constructiva, nunca altisonante y muchos menos confrontativa para imponer su opinión. Sabía escuchar y persuadir.

El cierre de su fructífera carrera en 2023 se galardonó con dos logros más. El primero fue la reedición del libro **Ecofisiología del Cultivo de maíz** de 1996, en versión ampliada y enriquecida por un gran número de colegas, varios de ellos formados por Alfredo, titulada Ecofisiología y Manejo del Cultivo de maíz. El segundo fue el merecidísimo reconocimiento de la *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*, que lo distinguió con el otorgamiento del premio **Bolsa de Cereales a una carrera construida en la ética y honestidad profesional, valores sostenidos en una calidad humana singular.**

Sólo resta decir que Alfredo fue un inmenso profesional y una enorme persona que priorizó siempre el diálogo para mejorar los espacios en que participó. Lo tendremos presente en nuestro corazón y recordaremos sus anécdotas en los almuerzos de los viernes, a los que asistió con su incondicional humor hasta el último aliento.

Adiós querido amigo...

Tus colegas, compañeros y compañeras de trabajo.

Agradecemos a todos los que participaron en la Revista de Tecnología Agropecuaria durante el año 2023. En especial hacemos un agradecimiento a los evaluadores:

Lic. Dra. María José Beribe

Ing. Agr. Dra. Victoria Buratovich

Ing. Agr. (MSci.) Carlos Calcaterra

In. Agr. (MSci.) Lucrecia Couretot

Ing. Agr. (MSci.) Juan Pablo D'amico

Ing. Agr. (MSci.) Gustavo Ferraris

Ing. Agr. (MSci.) Ana Paula Giannini

Ing. Agr. (MSci.) Lucas Haxhi

Ing. Agr. (MSci.) Alicia Irizar

Ing. Agr. (MSci.) Daniel Méndez

Med. Vet. MPhil. Ángel N. Patitucci

Ing. Agr. (MSci.) Matías Pastore

Ing. Agr. Gabriel Picapietra



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina



Ministerio de Economía
Argentina