

agromensajes

DE LA FACULTAD

agosto | 2022

63





Fundación Ciencias Agrarias

Dirección

Ing. Agr. Blas Martín ASEGUINOLAZA

Diseño Gráfico

DG Aldana PICCOTTO

Lic. DCV Juan Manuel VÁZQUEZ

Colaboración

Lic. Florencia MANASSERI

Coordinación

Srta. María Ysabel BARTOLOZZI

AUTORIDADES**DECANO**

Ing. Agr. (Esp.) Roberto Eduardo LOPEZ

VICEDECANA

Méd. Vet. (MSc.) Griselda María del Carmen MUÑOZ

SECRETARÍA DE ASUNTOS ACADÉMICOS

Secretaria: Ing. Agr. (MSc.) Miriam Eitel INCREMONA

Subsecretario: Ing. Agr. (Mg.) Hernán Mauro MATURO

SECRETARÍA DE ASUNTOS FINANCIEROS

Cont. Fernando AMELONG

SECRETARÍA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. Agr. (Dr.) Gustavo Rubén RODRIGUEZ

SECRETARÍA DE VINCULACIÓN TECNOLÓGICA

Ing. Agr. Federico FINA

SECRETARÍA DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

Ing. Agr. Blas Martín ASEGUINOLAZA

SECRETARÍA DE POSGRADO

Secretaria: Lic. (Dra.) Juliana STEIN

Subsecretario: Ing. Agr. (Esp.) Marcelo Javier LARRIPA

SECRETARÍA DE ASUNTOS ESTUDIANTILES

Secretario: Ing. Agr. Eduardo Luján PUNSCHKE

Subsecretaria: Lic. Paula BADARACCO

SECRETARÍA DE RELACIONES INTERNACIONALES

Secretario: Dr. Hugo Raúl PERMINGEAT

Coordinadora del Área: Lic. María Eugenia CARDINALE

DIRECCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Director: Ing. Agr. Martín José NALINO

Subdirector: Ing. Agr. Emanuel CEAGLIO

Asistente técnico: Ing. Agr. Iván VAN KRUIJSSEN

DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN

Sra. Mónica Liliana EVANGELISTA

SECRETARÍA TÉCNICA

Ing. Agr. Sergio TESOLIN

DIRECCIÓN DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS AGRARIAS DE ROSARIO (IICAR)

Dr. Juan Pablo ORTIZ

DIRECCIÓN DE HIGIENE, SEGURIDAD Y AMBIENTE

Dr. Guillermo PRATTA

CONSEJO DIRECTIVO**CONSEJEROS/AS DOCENTES**

Ing. Agr. (Mg.) Cecilia VIGNA

Ing. Agr. (Dra.) Patricia PROPERSI

Méd. Vet. Griselda María del C. MUÑOZ

Ing. Agr. (MSc.) Ileana GATTI

Lic. Graciela KLEKAILO

Ing. Agr. Mauricio Pablo ORTIZ MACKINSON

Lic. (Dra.) Evangelina Ana TIFNI

Trad. Gabriela Mónica VENTURI

Ing. Agr. Julieta LÁZZARI

Ing. Agr. Natalia Gisela BUDAI

CONSEJERO GRADUADO

Ing. Agr. Gastón HUARTE

CONSEJEROS/AS ESTUDIANTES

Srta. Eliana Micaela TROVATO BENTANCOURT

Sr. Augusto GARAGNON

Sr. Lucas Tomás PEREYRA

Sr. Gonzalo Manuel DELGADO

Srta. Grisel Carolina CORONEL

Sr. Cristian Emanuel MAPELLI

Sr. Alejandro Claudio ASBORNO

Srta. Antonella FERNÁNDEZ

CONSEJERA NO DOCENTE

Srta. Nair María LÓPEZ

ÍNDICE**ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN**

- 04 PastorC: un modelo simplificado del balance de carbono en sistemas pastoriles**
Galli, J.; Piazza, A.; Montico, S.; Zurbriggen, G.
- 12 Bioestimulantes: un recurso estratégico para optimizar la relación nutricional entre suelos y cultivos**
Prats, F.; Berardi, J.; Spinozzi, J.; Montico, S.; Cerliani, C.; Naville, R.; Esposito, G.
- 16 Efecto de relaciones fuente-destino contrastantes sobre la composición de grano y el color de harina de maíz**
Signorelli, G.; Caballero Rothar, N.; Borrás, L.; Gerde, J. A. y Saenz, E.

NOTAS DE INTERÉS

- 22 Integración de la agroecología en la formación profesional agropecuaria. Algunas experiencias del Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR)**
Muñoz, G.; Montico, S.; Crespo, R. J.; Fernández, C.
- 26 Plantas nativas en el arbolado urbano: el ceibo**
Vernizzi J.; Poloni E.; Dip B.; Isasi M.; Frassón P.
- 30 Manejo de Tierras: una visión desde el punto de vista de los ayudantes alumnos**
Angeloni, J. M.; Balagué, P.; Barbero, F.R.; Buljubasich, T.; Ostojic, T.; Berardi, J.A.; Spinozzi, J.; Scaglione, J.; Montico, S.
- 32 El rol de nuestro cerebro en la resistencia al cambio**
Gargicevich, A.
- 34 ¿Qué es la metodología cualitativa de la investigación científica en Ciencias Sociales?**
Galati, E.

Agromensajes de la Facultad es una publicación digital cuatrimestral, editada desde 1999 por la Secretaría de Extensión Universitaria de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR. Los artículos firmados no expresan necesariamente la opinión de la Institución. Se permite la reproducción total o parcial del material de estas publicaciones citando la fuente.

Secretaría de Extensión Universitaria
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Rosario
Campo Experimental Villarino
CC. 14 (S2125ZAA) Zavalla - Santa Fe - ARG.
Tel - Fax: 0341 4970080 - int. 1263
agro@unr.edu.ar

Artículo de divulgación

PastorC: un modelo simplificado del balance de carbono en sistemas pastoriles

Galli, J.^{1,3}; Piazza, A.²; Montico, S.^{1,3}; Zurbriggen, G.^{1,4}.

¹FCA-UNR; ²FAA-UNICEN; ³IICAR, CONICET-UNR; ⁴EEA Marcos Juárez, INTA.

jgalli@lidernet.com.ar

Introducción

En los últimos años ha crecido la preocupación por el impacto ambiental de los sistemas ganaderos a nivel predial, regional y global. En consecuencia, surge la necesidad de cuantificar el efecto de ese impacto para mejorar la toma de decisiones de manejo en esos sistemas. Especialmente en aquellos basados en el pastoreo directo, tanto de las pasturas implantadas (anuales y pluriánuales) como de las naturales (pastizales).

Es bien conocido que el contenido y las características de la materia orgánica edáfica de los sistemas de producción afectan la estructura, calidad y fertilidad de los suelos. La materia orgánica tiene un rol decisivo en la productividad de los cultivos, pero también es una importante reserva de carbono (C), cuya dinámica impacta significativamente el ciclo global de este elemento (Clivot *et al.* 2019). El C orgánico del suelo (COS) puede ser un reservorio ("sumidero") o una fuente de C atmosférico. En consecuencia, el uso y manejo del suelo a nivel predial, de sistema de producción, es relevante para la mitigación del cambio climático, ya sea favoreciendo el almacenamiento (aumento del stock de C) o disminuyendo las pérdidas y emisiones de gases efecto invernadero (GEI). Para ello, es sustancial disponer de herramientas prácticas y basadas en indicadores, relativamente simples y fáciles de estimar, para relevar y diagnosticar el estado de los balances de C en los sistemas de producción ganadera en general y en particular, en aquellos basados en el pastoreo directo.

Los sistemas de indicadores más difundidos para evaluar el balance anual

de C a nivel predial (ej. Agroecoindex, Viglizzo *et al.* 2006) están basados en los procedimientos propuestos por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), que asumen que las ganancias y pérdidas de carbono en pasturas y pastizales están en equilibrio (estado estacionario de balance neto cero, IPCC 2019). Estos sistemas de indicadores no consideran el efecto de cambios en la calidad del forraje consumido, ni la retención de C en biomasa aérea o subterránea generada en el rebrote post pastoreo. Por tanto, resulta que la emisión de GEI producida por la digestión (especialmente en rumiantes) y excretas (heces y orina) de los animales determina un balance de C negativo y obligatoriamente, un impacto ambiental nocivo.

Sin embargo, se conoce que el stock de COS y la emisión de GEI son sensibles a cambios en la productividad y calidad de las pasturas y su interacción con la carga animal (CA; Soussana y Lemaire

2014; Conant *et al.* 2017). El uso de especies forrajeras mejoradas y el manejo adecuado del pastoreo pueden aumentar el COS entre 0,11 y 3,04 t C/ha/año (Liu *et al.* 2011). Por consiguiente, es relevante incorporar estos aspectos a los sistemas de evaluación, para conocer y evaluar cómo el manejo de las pasturas y del pastoreo puede afectar el balance neto de C.

La finalidad de este trabajo es proponer un modelo simplificado de indicadores, capaz de evaluar adecuadamente algunos aspectos del desempeño ambiental en sistemas ganaderos con pastoreo directo. Más específicamente, se presenta un modelo para estimar el balance anual de C de fácil utilización, que permite realizar un estado de situación y un diagnóstico sobre el balance de COS y la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en sistemas de producción de carne bovina (cría, recría y/o engorde). La escala de aplicación es a nivel predial y/o en subsistemas ganaderos dentro de

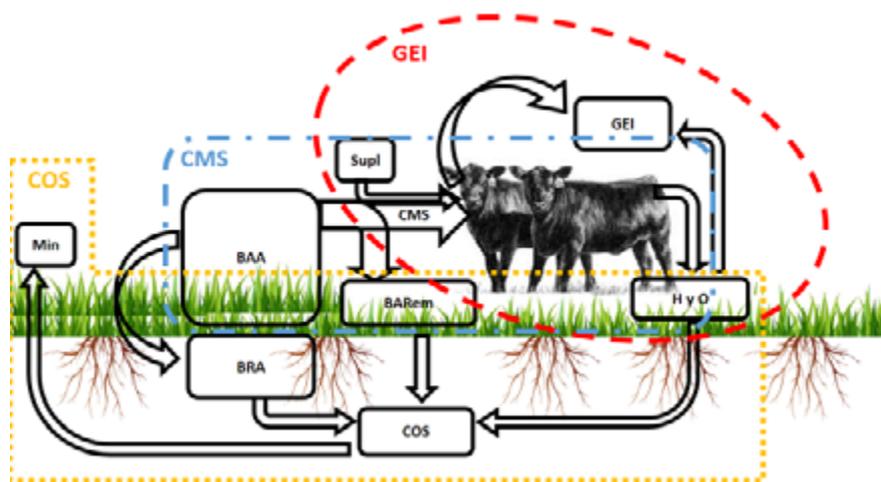


Figura 1. Esquema de los flujos considerados en el modelo *PastorC*. Se indican los tres sub-modelos interrelacionados de consumo de materia seca (CMS, azul), emisión de gases de efecto invernadero (GEI, rojo) y balance de carbono orgánico del suelo (COS, naranja), que se integran en el modelo general. BAA: Biomasa aérea acumulada, BRA: Biomasa radical acumulada, BAREm: Biomasa aérea remanente, CMS: Consumo de materia seca, COS: Carbono orgánico del suelo, GEI: Gases de efecto invernadero, H y O: Heces y orina, Min: Mineralización del suelo, Supl: Suplementación alimenticia.

sistemas más complejos. En principio, se lo ha ideado para su uso en situaciones de la región templada central de la República Argentina (sur de la provincia de Santa Fe y centro de la provincia de Buenos Aires).

Materiales y métodos

Modelo

Se implementó un modelo en un programa informático llamado *PastorC*, utilizando el soporte de Microsoft Excel, para estimar el balance anual de COS, las emisiones de GEI y el balance de C total de sistemas de producción de carne con pastoreo directo, para la región templada central de la República Argentina.

PastorC requiere el ingreso de información de la oferta forrajera, a nivel de lote, de aquellos recursos que se destinan al pastoreo directo; e información de la demanda ganadera, a nivel de cada proceso del rodeo (categorías) y sus características. Las variables de ingreso de la oferta forrajera a nivel de lote son: la superficie, el contenido de MO y la densidad aparente en los primeros 20 cm de suelo, el recurso forrajero presente, la tasa de crecimiento promedio, la digestibilidad y el tiempo de uso de cada recurso. Las variables de ingreso de la demanda ganadera, para los rodeos de cría o cada proceso de invernada son: la categoría, la cantidad de animales, el peso promedio, la duración y el nivel de suplementación (en equivalente grano de maíz). En cada proceso se pueden realizar ajustes relacionados con el tipo de animal (sexo, edad, frame, raza y condición corporal), la ración (restricción al consumo, uso de aditivos, sustitución por suplementación) y las condiciones ambientales (temperatura, barro, stress térmico).

El modelo conceptual utilizado para el funcionamiento del programa *PastorC* toma las variables de ingreso mencionadas para alimentar tres sub-modelos interrelacionados: un sub-modelo de consumo de materia seca (CMS), un sub-modelo de producción de GEI y un sub-modelo de balance de COS (Figura 1).

El CMS se estima para cada proceso o categoría del rodeo mediante ecuaciones

basadas en características del animal, de la dieta y el ambiente climático (adaptado de Fox *et al.* 1988 y 2004). Las estimaciones de emisiones de GEI de los vacunos, limitadas a la fermentación entérica y fecal y a las emisiones directas e indirectas de N₂O de excretas, se adaptaron de la metodología propuesta por el IPCC (2019). Se consideraron potenciales de calentamiento relativo al CO₂, con una escala de horizonte a 100 años, para las emisiones de CH₄, N₂O y CO₂ de 21, 310 y 1, respectivamente (Viglizzo *et al.* 2006). Para unificar con el balance de COS, las emisiones se expresan en unidades de C utilizando el factor 0,273 (Viglizzo *et al.* 2019). Detalles de factores y coeficientes de cálculo utilizados se presentan en el Apéndice.

Para la estimación del balance de COS se adaptó el modelo más simple, de dos compartimentos, propuesto por Hénin y Dupuis (1945), que considera el C de los residuos que se incorporan al suelo en una única fracción de COS. Existen modelos más complejos de tres compartimentos que dividen el COS en sus fracciones lábil y estable (Andriulo *et al.* 1999; Irizar *et al.* 2015). Recientes investigaciones (Villarino *et al.* 2021) muestran la importancia de los exudados de las raíces (rizodeposición) en el aporte a la materia orgánica mineralizada del suelo y seguramente este proceso llevará al desarrollo de modelos de mayor complejidad aún. Se consideró que, si bien la estimación de dichas fracciones posiblemente aumenten la precisión y mecanicismo de las predicciones, requeriría de información de entrada más detallada que disminuiría la facilidad y practicidad de uso pretendidas para esta

Las fuentes de ingreso al COS del modelo son: la biomasa aérea remanente (BARem), la biomasa radical acumulada en los primeros 20 cm de suelo (BRA) y las heces (Liu *et al.* 2011). Como salida de COS, se estima la mineralización como el producto entre el contenido de COS en los primeros 20 cm y un coeficiente de mineralización *k*₂, calculado a partir de los datos reportados por Irizar *et al.* (2015).

El balance de COS se calcula como la diferencia entre entradas y salidas de C, expresado como t C / ha / año, tomando valores positivos cuando el suelo retiene C y valores negativos cuando emite C. El balance de C total del sistema se estima como el balance del COS menos las emisiones de GEI de vacunos, expresados en t C/ha/año. Nuevamente, cuando el balance es positivo el sistema retiene C, mientras que cuando es negativo, el sistema actúa como fuente de C a la atmósfera.

$$\text{Balance de C total (t C/ha/año)} = \text{Balance de COS} - \text{Emisiones de GEI de vacunos}$$

Además, el modelo calcula un índice de "compensación de GEI de los vacunos" (%) definido como el cociente entre el balance de COS y las emisiones de GEI de los vacunos.

$$\text{Índice de compensación de GEI (\%)} = \frac{\text{Balance COS}}{\text{Emisiones GEI de vacunos}} * 100$$

Este índice indica la proporción del total de emisiones que es compensada por captura de C en el suelo. *PastorC* utiliza una escala subjetiva para realizar una valoración diagnóstica, indicando la condición ambiental del sistema (Cuadro 1).

ESCALA DE VALORACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL ÍNDICE DE COMPENSACIÓN DE GEI DE VACUNOS			
Índice compensación GEI de vacunos	Valoración	Balance COS	Balance C total
> 100 %	Muy favorable	Aumento	Compensación total emisiones GEI. El sistema actúa es sumidero de C
67 – 100 %	Favorable	Aumento	Alta compensación emisiones GEI
33 – 66 %	Regular	Aumento	Media compensación de emisiones GEI
0 – 32 %	Desfavorable	Aumento	En equilibrio o baja compensación de emisiones GEI
< 0 %	Muy desfavorable	Pérdida	El suelo actúa como fuente de C aumentando las emisiones totales

Cuadro 1.

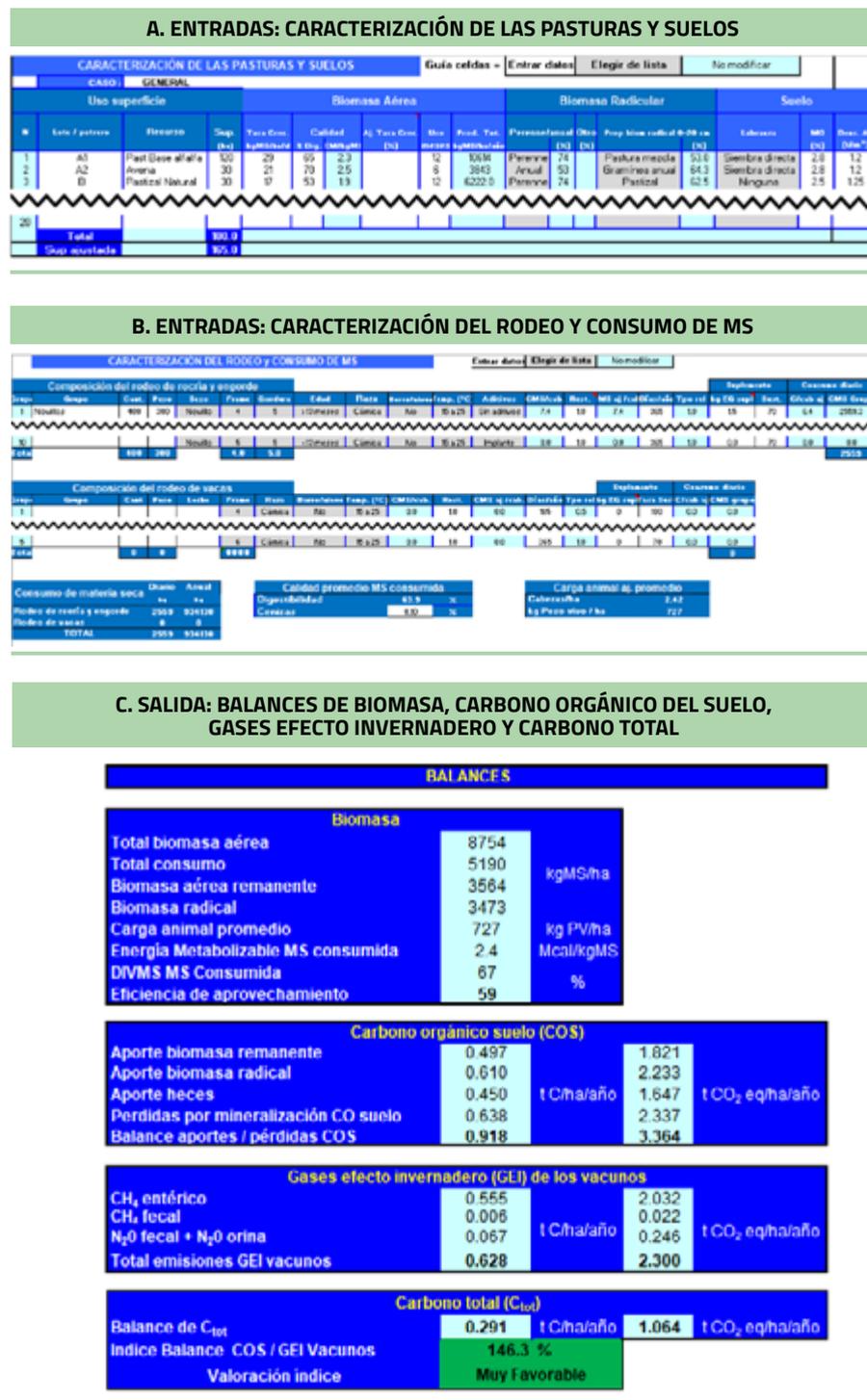


Figura 2. Entradas de información de pasturas y suelos (a) e información del rodeo (b), y de salida de resultados (c) de *PastorC*. Ejemplo de un sistema de invernada de novillos sobre pasturas, verdes y pastizales con suplementación y una carga de 2,42 cabezas/ha. Se muestra la producción de biomasa, la eficiencia de aprovechamiento, el balance de COS con sus componentes, las emisiones GEI con sus componentes, el balance de C total, el índice de compensación de emisiones y la valoración del estado del sistema.

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de las entradas y salidas del programa *PastorC*, simulando un sistema de invernada pastoril de novillos con suplementación.

Análisis de sensibilidad

Para evaluar la sensibilidad del modelo ante cambios en la productividad de las

pasturas y en la cantidad de animales, se simuló distintos niveles de biomasa aérea acumulada (BAA) y de CA para dos tipos de sistemas de producción: (1) cría sobre pastizal natural y (2) invernada sobre pasturas base alfalfa, sin suplementación. Se tomaron valores iniciales de 2,4 y 2,8 % MO y de 1,25 y

1,20 t/m³ de densidad aparente para (1) y (2), respectivamente.

Para el sistema de cría sobre pastizal se definieron vacas de 400 kg y frame 4, con destete a los 6 meses y 6 litros de leche diarios (6 meses en lactancia y 6 meses seca). Se evaluaron producciones de biomasa aérea de 3, 4, 5 y 6 t MS/ha, con una digestibilidad promedio de 53 % y un rango de CA entre 0,23 y 1,66 vacas/ha. Para el sistema de invernada sobre pasturas de alfalfa se consideró una invernada de novillos británicos de frame 4 que entran con 180 kg y salen con 410 kg (295 kg promedio) en 365 días, resultando un aumento de peso de 0,63 kg/día. Se evaluaron BAA de 4, 6, 8, 10, 12 y 14 t MS/ha, con una digestibilidad promedio de 65 % y un rango de CA entre 109 y 1371 kg PV/ha. Para ambos sistemas se simuló niveles crecientes de CA con eficiencias de aprovechamiento entre 25 y 90 %.

Estudios de caso

Para mostrar el uso del modelo para evaluar situaciones reales, se analizaron varios casos de la región templada central de la República Argentina. Se caracterizaron situaciones en dos zonas diferentes, (1) sur de la provincia de Santa Fe y (2) centro de la provincia de Buenos Aires. Para cada una de las zonas se eligieron dos sistemas de cría y un sistema de invernada, de características representativas para cada zona.

PastorC se corrió con datos extraídos de relevamientos realizados en sistemas ganaderos actuales. Se describió el uso y características de los recursos y el suelo, la composición y dinámica del rodeo, la CA y nivel de suplementación. Se utilizaron tablas de referencia para definir la BAA y la digestibilidad promedio de los distintos recursos forrajeros (Galli *et al.* 2001). En algunos casos, la falta de algunos datos para definir variables de ciertos recursos forrajeros y/o detalles de los procesos ganaderos no fue una razón para omitirlos y se utilizaron parámetros definidos "por defecto" por el programa. En esas situaciones se tuvo especial cuidado en que los parámetros del modelo reflejaran y no distorsionaran las condiciones particulares de cada uno de los establecimientos.

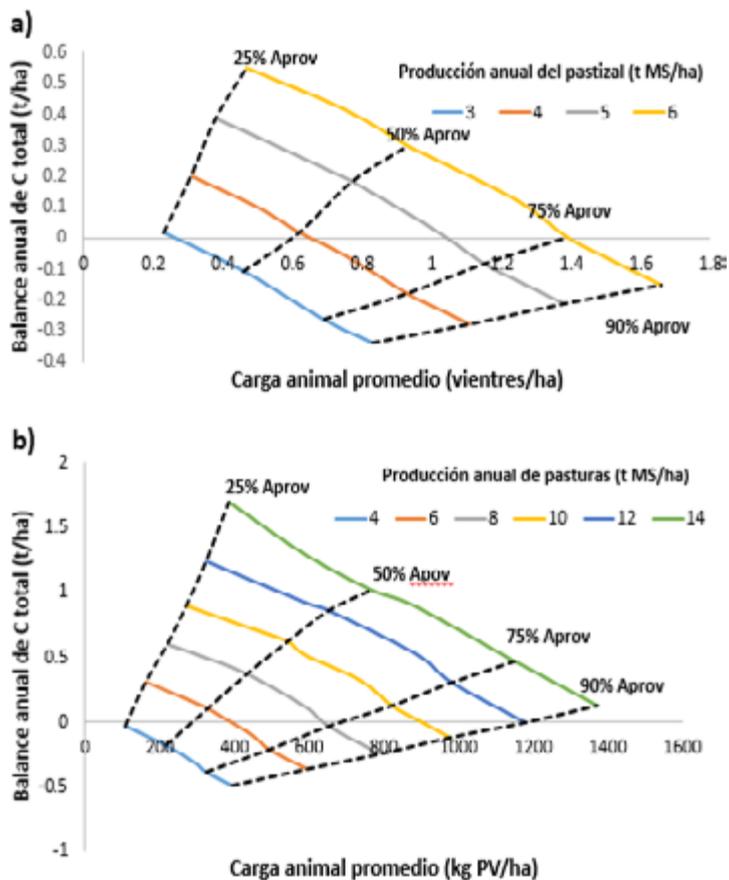


Figura 3. Simulación del balance anual de carbono total de sistemas de cría sobre pastizal natural (a) y sistemas de invernada de cría sobre pastizales y entre -0,10 y 2,23 t C/ha para los sistemas de invernada en pasturas base alfalfa (Figura 4). Estas respuestas concuerdan con trabajos previos que confirman la capacidad de las pasturas y pastizales de actuar como sumideros de C, cuando se realizan manejos adecuados del pastoreo (Liu, *et al.* 2011; Conant *et al.* 2017). Además, agrega más argumentos para el cuestionamiento del supuesto de balance neto cero del COS, asumido para los procedimientos propuestos por el IPCC (2019).

Resultados y discusión

Análisis de sensibilidad

El balance de C simulado por *PastorC* (Figura 3) muestra una alta sensibilidad frente a diferentes niveles de producción de las pasturas y distintos niveles de CA media, tanto para los sistemas de cría como para los sistemas de invernada. Con cargas medias a bajas, menores eficiencias de aprovechamiento y mayores producciones de biomasa, los balances de C resultaron positivos (el sistema funciona como sumidero de C). Con altas cargas, mayores eficiencias de aprovechamientos y bajas producciones de biomasa se obtuvieron balances de C negativos (el sistema funciona como fuente de C). En la medida que aumenta la producción de biomasa de las pasturas se pueden obtener situaciones con mayores eficiencias de aprovechamiento sin afectar negativamente los balances de C (del suelo y total).

En general, los sistemas de cría

mostraron balances de C menos favorables respecto a los sistemas de invernada, explicado por la menor producción de biomasa y digestibilidad de los pastizales, estos sistemas demandarían mejoras en el manejo de los pastizales, con cargas animales promedio de medias a bajas y menores eficiencias de aprovechamiento ($\leq 50\%$), para mejorar los balances de C. Esta reducción en la CA no necesariamente implica una disminución en la productividad de carne (kg/ha), porque en muchos casos puede resultar en un aumento de la producción de los pastizales, mejoras en los índices reproductivos y una mayor capacidad de respuesta del sistema frente a sequías o inundaciones.

Los sistemas de invernada sobre pasturas de base alfalfa presentaron una alta capacidad para actuar como sumideros de C, cuando se simularon pasturas de producción mayor a 8 t MS/ha/año. Esto se logró incluso con

CA acordes a altos aprovechamientos (CA de hasta 1300 kg PV/ha y 75% de aprovechamiento para producciones de pasturas de 14 t MS/ha), compatibles con planteos de invernadas pastoriles de alta productividad (Kloster *et al.* 2017).

Las emisiones de GEI de los vacunos aumentaron con la CA, pero no lo hicieron de manera directa, porque fueron sensibles frente a cambios en la producción de las pasturas y el % de aprovechamiento, que determina diferencias en la calidad del forraje consumido por los animales. El impacto de estas variaciones en las emisiones de GEI de los vacunos, muestra la importancia de la falta de sensibilidad que presentan las metodologías que asumen que el COS se mantiene en equilibrio (IPCC 2019), frente a cambios en la productividad y el manejo de las pasturas.

Se obtuvieron balances de COS entre 0,05 y 0,75 t C/ha para los sistemas de cría sobre pastizales y entre -0,10 y 2,23 t C/ha para los sistemas de invernada en pasturas base alfalfa (Figura 4). Estas respuestas concuerdan con trabajos previos que confirman la capacidad de las pasturas y pastizales de actuar como sumideros de C, cuando se realizan manejos adecuados del pastoreo (Liu, *et al.* 2011; Conant *et al.* 2017). Además, agrega más argumentos para el cuestionamiento del supuesto de balance neto cero del COS, asumido para los procedimientos propuestos por el IPCC (2019).

El índice de compensación de emisión de GEI de vacunos (Figura 5) presentó mejoras con los aumentos de producción de las pasturas y pastizales. Para un mismo nivel de producción de pasturas, este índice disminuyó a tasas decrecientes con el aumento de la carga animal o de la eficiencia de aprovechamiento.

En los sistemas de cría sobre pastizales, la compensación de emisiones fue muy favorable, superando el 100 % cuando las producciones de biomasa fueron altas y las cargas moderadas (0,8 a 1,0

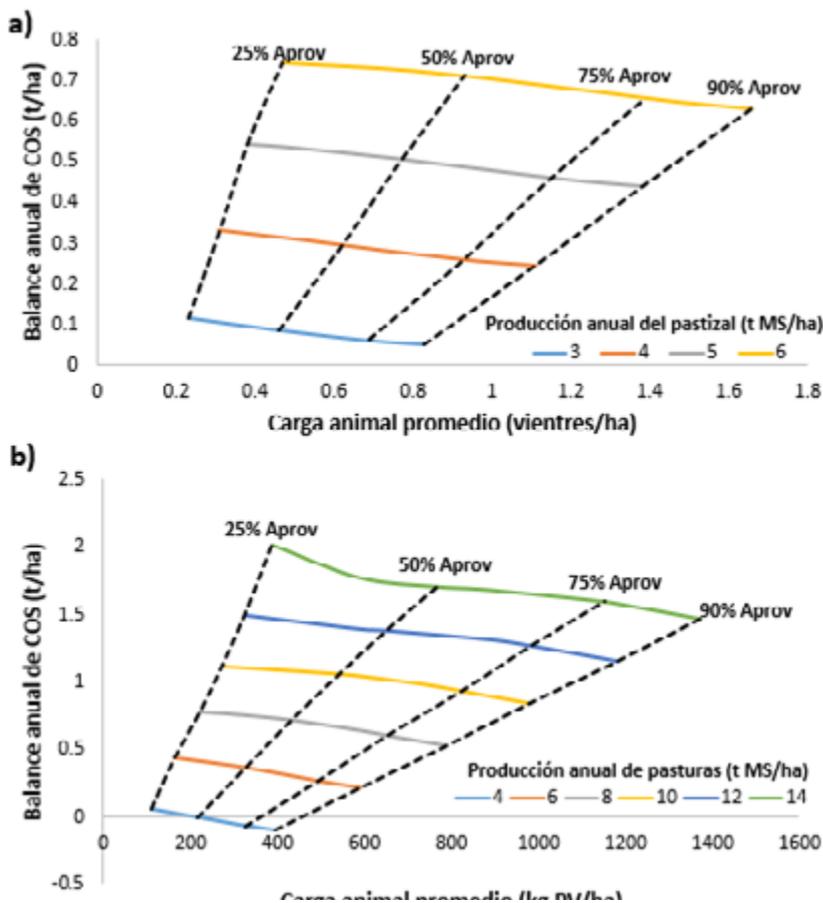


Figura 4. Simulación del balance anual de carbono orgánico del suelo (COS) de sistemas de cría sobre pastizal natural (a) y de sistemas de invernada sobre pasturas base alfalfa (b), con diferente producción de biomasa aérea y carga animal. Las líneas enteras, indican el balance de COS para una misma producción anual de biomasa. Las líneas punteadas, el balance de COS para una misma eficiencia de aprovechamiento.

vientres/ha), que permiten eficiencias de aprovechamiento menores a 75 %. Sin embargo, con cargas altas (1,2 a 1,4 vientres/ha) se lograron compensaciones de emisiones medias a altas, entre 33 y 100 %, cuando la producción de pasturas fue alta (5 a 6 t MS/ha/año), mientras que con bajas producciones de pasturas (3 t MS/ha/año), la compensación de emisiones fue baja (menores al 33 %).

En los sistemas de invernada sobre pasturas de base alfalfa, se lograron mayores compensaciones de emisiones que en el caso de los sistemas de cría sobre pastizal. Como se mencionó previamente, se lograron compensaciones totales de emisiones con cargas moderadas a altas cuando la producción de las pasturas fue mayor a 8 t MS/ha. Además, la fijación de COS permitió lograr altas compensaciones de emisiones (67-100 %) incluso con cargas mayores a 1000 kg PV/ha

cuando las producciones de pastura fueron superiores a 12 t MS/ha/año.

La capacidad de las pasturas y pastizales de actuar como sumideros

de C, compensando parcial o totalmente las emisiones de GEI de los vacunos, remarca la necesidad de ser incluida en los procedimientos de evaluación de balances de C y de valoración ambiental de los sistemas ganaderos de base pastoril (Viglizzo *et al.* 2019).

Estudios de caso

En los resultados de las estimaciones de los balances de C realizadas para los casos reales de cría e invernada extraídos de las zonas Sur de Santa Fe y Centro de Buenos Aires (Cuadro 2), se destaca la capacidad de diferenciar la valoración ambiental de diferentes sistemas que presenta *PastorC*.

Para los sistemas de cría, se obtuvieron valoraciones favorables cuando la carga fue moderada, con eficiencias de aprovechamiento menores a 70 %. Cuando las cargas rindieron aprovechamientos mayores a 75 %, las valoraciones fueron de regulares a desfavorables. La mejor valoración la obtuvo el sistema de invernada de baja carga, con una sobrecompensación de 235 %. El sistema de invernada de Santa Fe, tuvo una valoración regular debido a la mayor carga animal y aprovechamiento (68 %).

Estos estudios de caso no pretenden realizar una evaluación y diagnóstico de la situación a nivel regional, solo intentan mostrar la utilidad práctica y facilidad de uso de *PastorC*.

	BALANCES DE CARBONO REALIZADOS CON PASTORC DE CASOS REALES DE CRÍA Y DE INVERNADA DE LA ZONA SUR DE SANTA FE Y CENTRO DE BUENOS AIRES					
	Cría				Invernada	
	Sta Fe	Bs As	Sta Fe	Bs As	Sta Fe	Bs As
	A	B	C	D	E	F
Carga animal promedio, kg PV/ha	510	798	574	644	745	326
Eficiencia aprovechamiento, %	54	81	68	75	68	38
Aporte biomasa remanente, t C/ha	0,28	0,14	0,25	0,09	0,25	0,37
Aporte biomasa radical, t C/ha	0,21	0,40	0,40	0,11	0,35	0,27
Aporte heces, t C/ha	0,23	0,40	0,36	0,24	0,33	0,12
Pérdidas por mineralización CO suelo, t C/ha	0,44	0,63	0,61	0,44	0,71	0,46
Balance COS, t C/ha	0,28	0,31	0,40	< 0,01	0,22	0,28
CH4 Entérico, t C/ha	0,25	0,46	0,39	0,28	0,41	0,10
CH4 Fecal, t C/ha	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,01
N2O Fecal + N2O Orina, t C/ha	0,03	0,06	0,05	0,03	0,05	0,02
Emisiones GEI vacunos, t C/ha	0,28	0,53	0,44	0,31	0,47	0,12
Balance de C total, t C/ha	0,00	-0,22	-0,05	-0,31	-0,25	0,17
Índice compensación de GEI vacunos, %	99	59	89	0	46	235

Cuadro 2.

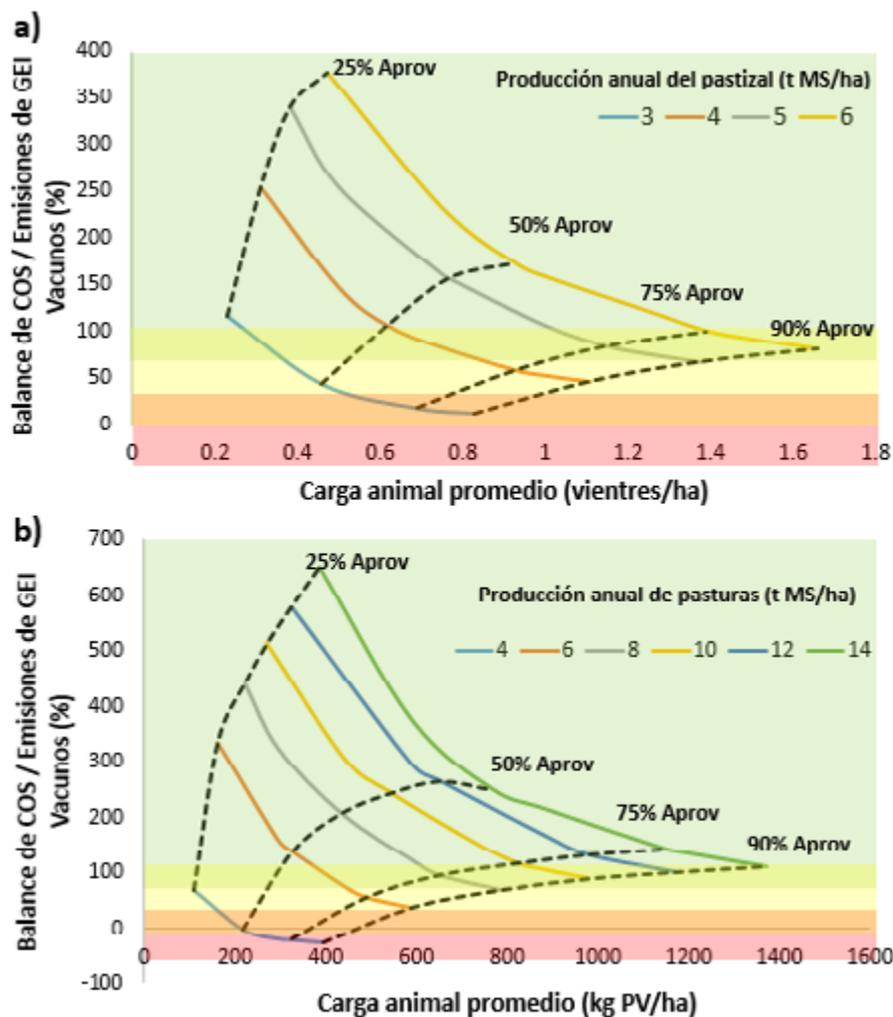


Figura 5. Simulación del índice de compensación de emisiones de gases de efecto invernadero de sistemas de cría sobre pastizal natural (a) y de sistemas de invernada sobre pasturas base alfalfa (b), con diferente producción de biomasa aérea y carga animal. El índice indica la proporción del total de emisiones que es compensada por captura de carbono en el suelo. Escala de valoración: verde: muy favorable, verde claro: favorable, amarillo: regular, naranja: desfavorable, rojo: muy desfavorable. Las líneas enteras, indican el índice de compensación de emisiones para una misma biomasa aérea. Las líneas punteadas, el índice de compensación de emisiones para una misma eficiencia de aprovechamiento.

Conclusiones

PastorC permite evaluar, de manera simple y práctica, el balance de C de sistemas y subsistemas ganaderos con pastoreo directo, incorporando el balance del COS y mostrando sensibilidad a cambios en la producción y en el aprovechamiento de las pasturas. Esta herramienta permite realizar una valoración ambiental de las variaciones en CA. Sirve como una primera aproximación para determinar la CA ambiental para distintos tipos de sistemas ganaderos.

Los sistemas ganaderos con base pastoril pueden actuar como fuentes o sumideros de C, dependiendo del tipo de sistema, de la CA, de la producción de pasturas y del manejo del pastoreo. Los

sistemas de cría sobre pastizal requerirían de reducciones de CA y mejoras en el manejo del pastoreo para lograr una alta compensación de emisiones. Por su parte, los sistemas de invernada sobre pasturas de alta producción manejados con cargas moderadas pueden actuar como sumideros de C.

Apéndice

Factores y coeficientes de cálculo

Factor de producción de metano: Pasturas: entre 10 y 23,3 g CH₄/kg MS, para digestibilidades de 75 y 50 %, respectivamente (adaptado de IPCC, 2019). Suplementos: 13,6 g CH₄/kg MS (IPCC, 2019). Fecal: producción de sólidos volátiles (VS) afectados por un factor de emisión de 0,60 g CH₄/kg VS (IPCC, 2019). Emisiones de N₂O: Directas: N total

producido por heces y orina (0,34 kg de N cada 1000 kg de peso vivo); factor de emisión de 0,004 kg N-N₂O/kg N (IPCC, 2019).

Indirectas: N producido por heces y orina, fracción de N volátil de 21 % y un factor de emisión de 0,01 kg N-N₂O/kg N (IPCC, 2019).

Biomasa radical (BRA): 0,53 y 0,74 kg MS radical/kg MS aérea para pasturas anuales y perennes, respectivamente (Liu *et al.* 2011). No se considera aporte para rastrojos. BRA mínima de 640 kg MS/ha (adaptado de Saffih-Hdadia y Maryb, 2008). Ajuste 0-20 cm (Fan *et al.* 2016).

Producción de heces: Pastoreo: según digestibilidad variable dependiente de la calidad media de las pasturas y de su % de aprovechamiento (adaptado de Cangiano *et al.*, 1999). Suplementos: se asume una digestibilidad promedio constante de 80 %. Contenido de C de la MS: 0,45 t C/t MS (Liu *et al.* 2011)

Humificación: (k_a, k_r, k_h , adaptado de Clivot *et al.*, 2019). Biomasa aérea remanente: k_a variable, función decreciente de 0,31 a 0,16 según el aumento de biomasa BRA: $k_r = 0,39$. Heces: $k_h = 0,52$.

Mineralización (k_2 , adaptado de Irizar *et al.*, 2015):

Con labranza: $k_2 = 0,0014 * COS - 0,0309$
Sin labranza o siembra directa: $k_2 = 0,0008 * COS - 0,0129$

Bibliografía

Andriulo, A.E., Mary, B., Guerif, J. (1999). Modelling soil carbon dynamics with various cropping sequences on the rolling pampas. *Agronomie* 19(5):365-377.

Cangiano, C.; Fernández, H.; Galli, J. (1999). ConPast 3.0: Un modelo de simulación del comportamiento ingestivo y del consumo de bovinos en pastoreo. Ed. C. Cangiano. INTA EEA Balcarce. 230 p.

Clivot, H., Mouny, J., Duparque, A., Dinh, J., Denoroy, P., Houot, S., Vertes, F., Trochard, R., Bouthier, A., Sagot, S., Mary, B. (2019). Modelling soil organic carbon evolution in long-term arable experiments with AMG model. *Environ. Modelling and Software*, 118:99-113.

Conant, R., Cerri, C., Osborne, B., Paustian, K. (2017). *Grassland*

Artículo de divulgación

management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecological Applications*, 27(2):662-668.

Fan, J., McConkey, B., Wang, H., Janzen, H. (2016). Root distribution by depth for temperate agricultural crops. *Field Crop Res.* 189: 68–74.

Fox, D., Sniffen, C., O’Conner, J. (1988). Adjusting nutrient requirements of beef cattle to animal and environmental variations. *Journal of Animal Sci.*, 66:1475-1495.

Fox, D., Tedeschi, L., Tylutki, T., Russell, J., Van Amburgh, M., Chase, L., Pell, A., Overton, T. (2004). The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Animal Feed Sci. Tech.*, 112:29-78.

Kloster, A., Latimori, N., Zurbriggen, G., Garis, M. (2017). Comparación de dos alternativas de invernada intensiva con biotipos británicos. *INTA EEA Marcos Juárez, Información para Extensión en línea* N° 25, 1-7.

Galli, J., Dichio, L., Pece, M., Torresi, S. (2001). Planificación Forrajera. Tablas. *Sistemas de Producción Animal*. FCA-UNR. 23 p

Hémin, S., Dupuis, M. (1945). Essai de bilan de la matière organique du sol. *Ann. Agron.*, 11: 17-29.

IPCC (2019). 2019 refinement to the 2006 IPCC guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Vol. 4. *Intergovernmental Panel on Climate Change*.

Irizar, A., Milesi Delaye, L., Andriulo, A. (2015). Projection of soil organic carbon reserves in the argentine rolling pampa under different agronomic scenarios. *The Open Agriculture Journal*, 9:30-41.

Liu, D.L., Chan, K.Y., Coneys, M.K, Li, G., Poile, G.J. (2011). Simulation of soil organic carbon dynamics under different pasture managements using the RothC carbon model. *Geoderma*, 165: 69-77.

Saffih-Hdadi, K., Mary, B., (2008). Modeling consequences of straw residues export on soil organic carbon. *Soil Biol. Biochem.* 40: 594–607.

Soussana, J.F., Lemaire, G. (2014). Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 190: 9-17.

Viglizzo, E.F., Frank, F., Bernardos, J., Buschiazzo, D.E., Cabo, S. (2006). A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the pampas of Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment*, 117: 109-134

Viglizzo, E.F., Ricard, M.F., Taboada, M.A., Vázquez-Amabile, G. (2019). Reassessing the role of grazing lands in carbon-balance estimations: Meta-analysis and review. *Science of the Total Environment*, 661: 531-542.

Villarino, S., Pinto P, Jackson R., Piñeiro, G. (2021). Plant rhizodeposition: A key factor for soil organic matter formation in stable fractions. *Sci Adv.* 2021 Apr 14;7(16):eabd3176. doi: 10.1126/sciadv. abd3176

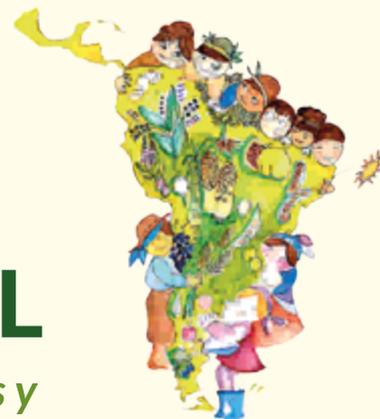


ASOCIACIÓN COOPERADORA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

XX JORNADAS NACIONALES
Y XII DEL MERCOSUR

JORNADAS DE EXTENSIÓN RURAL

*La extensión en la actualidad. Aprendizajes y
desafíos para el desarrollo territorial*



28, 29 y 30 de septiembre
Facultad de Ciencias Agrarias UNR
Zavalla, Santa Fe, Argentina

Toda la información en fcagr.unr.edu.ar

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Artículo de divulgación

Bioestimulantes: un recurso estratégico para optimizar la relación nutricional entre suelos y cultivos

Prats, F.¹; Berardi, J.²; Spinozzi, J.²; Montico, S.^{2,3}; Cerliani, C.⁴; Naville, R.⁴; Esposito, G.⁴

¹Amauta-Fertinagro; ²Cátedra de Manejo de Tierras, FCA-UNR; ³IICAR-CONICET.; ⁴Producción de Cereales, FAV-UNRC. fprats@amauta.ag; smontico@unr.edu.ar

Introducción

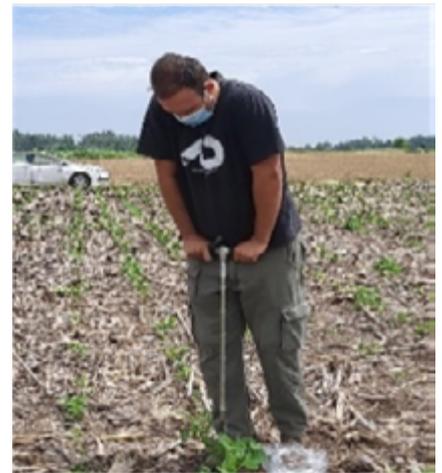
Desde hace unos años, están tomando mayor relevancia en los agroecosistemas los beneficios de la actividad de la biota en el suelo, y fundamentalmente, los consorcios de microorganismos asociados a la rizosfera. Estos impactan positivamente en la mejora de la fertilidad química y se incorporan sistémicamente a la fertilidad física edáfica (Conti, 2005). Generalmente, la aplicación de tecnología, de proceso y/o insumo, que favorezca la interacción entre la fertilidad física, química y biológica, contribuye al logro de mayor producción, de calidad, y en forma sostenible. Últimamente, se advierte mayor adopción de prácticas que maximizan la productividad y sanidad de los cultivos con mínimo impacto ambiental (Covacevich, 2014), tal como es la tendencia del mayor uso de bioinsumos y biofertilizantes (Torres Duggan, 2022). La utilización de estas herramientas pueden basarse en la incorporación de microorganismos en formulaciones específicas, por ejemplo, *Bradyrhizobium Azospirillum*, o también, mediante el uso de bioestimulantes como aminoácidos y extractos húmicos, estrategias dirigidas a potenciar la actividad de la biota natural de suelo.

Además de los monitoreos de la evolución de variables físicas y químicas de suelos, tanto como de cultivos, es sumamente importante medir la actividad microbiológica edáfica a través de la tasa de respiración, ya que es una medida de la liberación de CO₂ causada por la descomposición de la materia orgánica y/o residuos mediada por microorganismos (Wynngard, 2022).

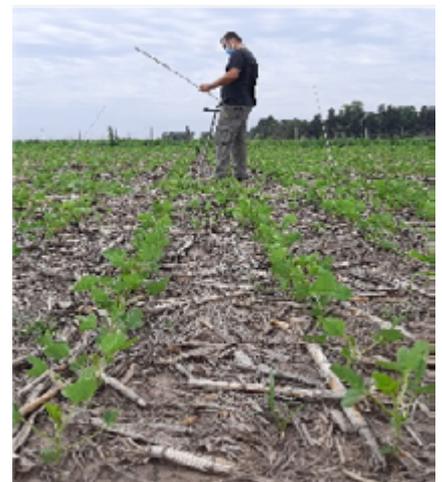
Diversos autores mencionan que los bioestimulantes pueden ser un buen complemento de la estrategia nutricional, generando un efecto sinérgico favorable en la eficiencia de los fertilizantes químicos aplicados (Quinteros, 2019; Fernández, 2021). El objetivo de los trabajos que se reseñan a continuación, fue explorar los efectos de diferentes estrategias de fisio-nutrición aplicadas en el suelo en el momento de la siembra, sobre la actividad microbiológica edáfica y la producción física de soja y maíz, en diferentes ambientes edafo-climáticos.

Materiales y métodos

Se diseñaron tres experimentos exploratorios entre las campañas 2020 y 2022, dos de los cuales se instalaron en el Campo Experimental J.F. Villarino UNR (33°01'S;



Muestreo de suelos.



Muestreo de suelos.

60°53'0) en el cultivo de soja. El diseño fue en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones, sobre antecesor maíz en la campaña 2020-21, y sobre antecesor trigo, en la campaña 2021-22.

Los tratamientos evaluados fueron: Control sin fertilizantes (T); Fosfato monoamónico (11-52-0) (MAP); MAP + Aminoácidos (Exp Superbia 2 kg.ha⁻¹)

TRATAMIENTOS EVALUADOS Y CONCENTRACIÓN DE COMPONENTES Y NUTRIENTES

	Aminoácidos kg.ha ⁻¹	Ácidos Húmicos kg.ha ⁻¹	Ácidos Fúlvicos kg.ha ⁻¹	N kg.ha ⁻¹	P kg.ha ⁻¹	K kg.ha ⁻¹
Control						
MAP				8,8	18	
MAP-A	1,1			8,8	18	
MAP-AH		3	4,5	8,8	18	1
MAP-AAH	1,1	3	4,5	8,8	18	1

Tabla 1

PRECIPITACIONES DECÁDICAS DURANTE LA CAMPAÑA 2021-22 EN EL SITIO EXPERIMENTAL

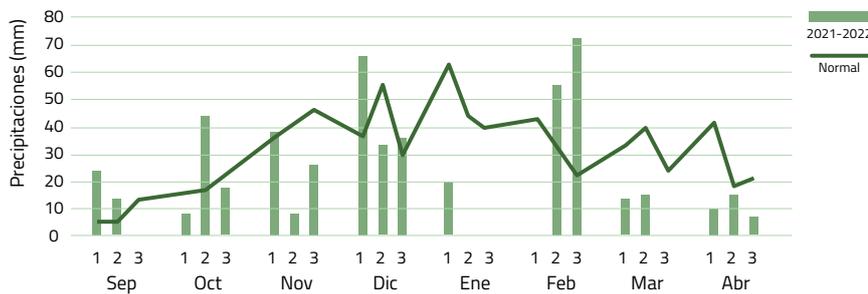


Figura 1

(MAP-A); MAP + Ácidos húmicos (Exp Efi soil Renovation 10 kg.ha⁻¹) (MAP-AH); MAP + Aminoácidos + Ácidos húmicos (Exp Superbia 2 kg.ha⁻¹ + Exp Efi soil Renovation 10 kg.ha⁻¹) (MAP-AAH) (Tabla 1). Los bioestimulantes se aplicaron en drench sobre la línea de siembra al momento de realizarse la misma, la cual se efectuó el 9 de noviembre con la variedad DM 4615 STS, en siembra directa con 20 semillas/metro lineal. La cosecha se realizó el 2/5/2021. En la campaña 2021-22 el cultivo de soja se sembró sobre antecesor trigo el 06/12 en siembra directa, la variedad fue DM 4615 con 21 semillas/metro lineal y se cosechó el 03/05/2022. Durante el período de evaluación las precipitaciones fueron en 2020-21: 561 mm y en 2021-22: 374 mm.

El tercer experimento fue instalado en el campo de docencia, experimentación y extensión de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto (32°59'S; 64°36'O), en un cultivo de maíz con antecesor soja, en la campaña 2021-22. El diseño fue en bloques completos aleatorizados con

tres repeticiones, sobre antecesor soja. La siembra se realizó el 23 de diciembre 2021, con el híbrido ACA 476 VT3Pro, con una densidad de 55.000 semillas.ha⁻¹. El rendimiento se obtuvo a través de la cosecha de 10 plantas en competencia perfecta. Durante la campaña 2021-22, entre setiembre y abril, las precipitaciones registradas fueron 512 mm, resultando un 30% por debajo de la media zonal, siendo 742 mm el promedio en el mismo periodo. Se observa en la Figura 1, que desde noviembre y hasta la primera decena de febrero, las precipitaciones estuvieron por debajo de la media, excepto en la primera decena de diciembre, lo cual afectó el crecimiento del cultivo.

Para la determinación de la respiración basal edáfica, se tomaron muestras de suelo por tratamiento, en cada repetición, en la zona próxima a la raíz. Las muestras de suelo frescas fueron tamizadas en tamices de 4,6 mm y homogeneizadas. Una alícuota de 50 g en base húmeda fue incubada durante una semana siguiendo la metodología propuesta por Alef (1995) (Wyngaard, 2022). Los muestreos para la determinación de respiración basal

PROPIEDADES EDÁFICAS DETERMINADAS AL MOMENTO DE LA SIEMBRA DE LOS TRES EXPERIMENTOS

Cultivo Campaña	Suelo	Prof. (cm)	M.O. (%)	pH	N-NO ₃ (ppm)	P-Bray (ppm)	S-SO ₄ (ppm)	Zn-DTPA (ppm)
Soja 2020-2021	Argiudol típico		3,01	6,25		26,5	11,1	1,01
Soja 2021-2021	Argiudol típico	0-20	3,02	6,3		32,0	12,5	1,09
Maíz 2021-2022	Haplustol típico		1,49	6,3	9,2	14,9	6,5	0,57

Tabla 2

se hicieron a los 40 días de la fecha de siembra en los tres experimentos.

Previo a la implantación de los cultivos se realizaron los muestreos para diagnóstico de fertilidad química (Tabla 2).

VARIACIÓN PORCENTUAL DE LA RESPIRACIÓN BASAL RESPECTO DEL TESTIGO DE LOS TRATAMIENTOS EN LOS TRES CULTIVOS

Soja 2020-2021	
Control	100
MAP	144
MAP-A	138
MAP-AH	160
MAP-AAH	161
Soja 2021-2022	
Control	100
MAP	76
MAP-A	119
MAP-AH	156
MAP-AAH	114
Maíz 2021-2022	
Control	100
MAP	132
MAP-A	122
MAP-AH	116
MAP-AAH	133

Tabla 3.

Resultados y discusión

Los resultados de la respiración basal para los tres cultivos se muestran en la Tabla 3. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en los tres cultivos, debido fundamentalmente a la alta variabilidad entre repeticiones. No obstante, en la Figura 2, se muestran los promedios y tendencia de la variación porcentual de la respiración basal respecto al testigo.

INCREMENTO PORCENTUAL DEL PROMEDIO DE LA RESPIRACIÓN BASAL EN LOS CULTIVOS DE AMBOS SITIOS TESTEADOS

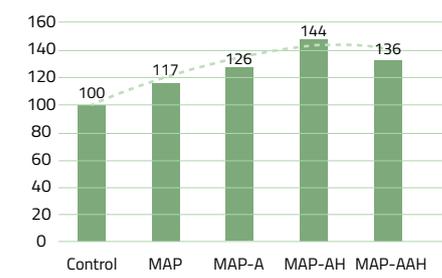


Figura 2.

RENDIMIENTO FÍSICO DE LOS CULTIVOS DE SOJA EN KG.HA ⁻¹ EN LAS DOS CAMPAÑAS		
	Soja 2020-2021	Soja 2021-2022
Control	3.221 a	1.751 a
MAP	3.390 a	1.523 a
MAP-A	3.298 a	1.845 a
MAP-AH	3.696 a	1.905 a
MAP-AAH	3.521 a	1.899 a

Tratamientos con la misma letra en sentido vertical no son significativamente diferentes (p<0,05)

Tabla 4.

Los rendimientos físicos de soja se muestran en la Tabla 4.

En el cultivo de soja, y para las dos campañas testeadas, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en rendimiento. La condición climática para el desarrollo del ensayo en 2020-21 estuvo dentro los promedios históricos para las variables temperatura y precipitación acumulada en el ciclo, siendo el rendimiento promedio del experimento 3.423 kg.ha⁻¹. Durante la campaña 2021-22 la siembra

se realizó con escasa reserva hídrica en el perfil, dado que el antecesor trigo tuvo un rendimiento de 5.200 kg.ha⁻¹, y las precipitaciones de noviembre y diciembre no alcanzaron a recargar el perfil. Esta campaña fue marcada por un fuerte estrés hídrico y térmico durante las primeras etapas del cultivo, con un acumulado de 374 mm en el ciclo, de los cuales el 77% se distribuyó, según: diciembre 30 mm, enero 94 mm, febrero 53 mm y marzo 114 mm. Estas condiciones tuvieron un fuerte impacto, ocasionando la disminución de la producción física del cultivo, siendo el promedio del ensayo de 1.785 kg.ha⁻¹.

Con la información de las dos campañas de soja (1° y 2°) se establecieron relaciones entre la respiración basal y el índice de rendimiento físico del cultivo (Figura 3). Se destaca el incremento del rendimiento cuando aumentó la respiración basal, en este caso, se asume, que fue promovida por los bioestimulantes a través del desencadenamiento de funciones de sinergia bioquímicas.

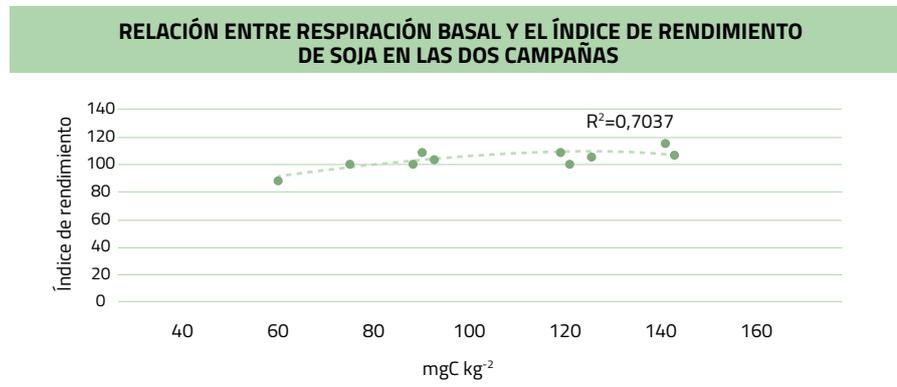


Figura 3.

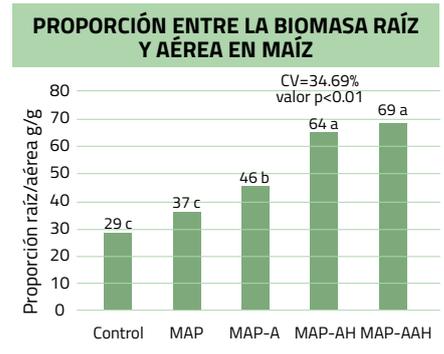


Figura 4.

En la localidad de Río Cuarto, se evaluaron las variables biomasa aérea y radical, y la proporción de parte radical sobre parte aérea. Se observó que MAP-AH y MAP-AAH son tratamientos con mayor proporción radical, MAP-A fue intermedia, MAP y Control los de menor proporción de raíz/aérea (Figura 4).

En la Figura 5 se indican las diferencias de rendimiento en grano entre los

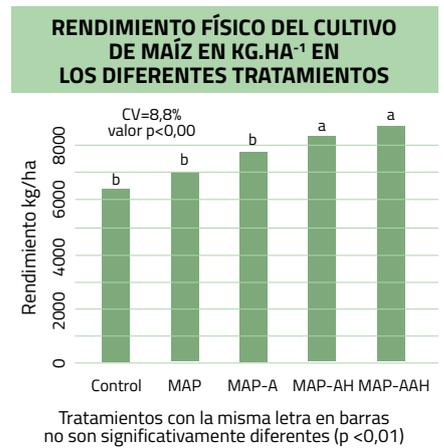


Figura 5.

Capacitaciones abiertas

Actividades y propuestas de formación abiertas a la comunidad.

Toda la información en fcagr.unr.edu.ar

RELACIÓN ENTRE BIOMASA RADICAL EN R1 Y RENDIMIENTO EN GRANO EN MAÍZ

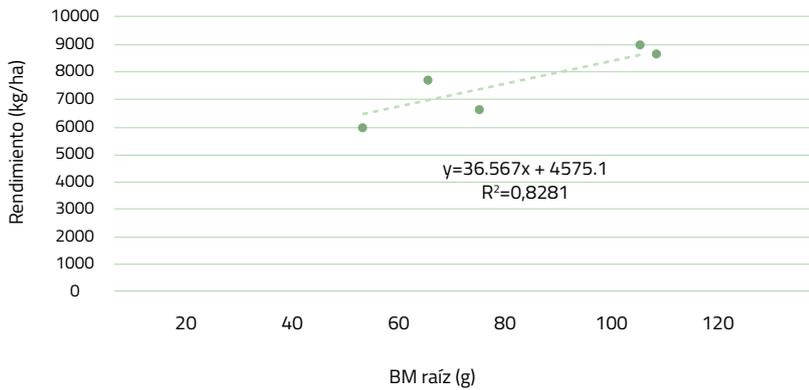


Figura 6.

tratamientos evaluados en este experimento. Los tratamientos MAP-AH y MAP+AAH generaron los máximos rendimientos sin diferenciarse entre sí, con un valor medio de 8.610 kg.ha⁻¹ (8.728 y 8.491 kg.ha⁻¹) los cuales superaron al Control, MAP y MAP-A, en 35%, 24% y 13%, respectivamente.

En la Figura 6, se muestra que el rendimiento en grano de maíz aumentó conforme se incrementó la biomasa radical en R1.

En la Figura 7 se observan las variaciones porcentuales de rendimiento de los tres cultivos respecto al índice testigo en ambos sitios, destacándose el efecto tendencial del uso de los bioestimulantes respecto a la condición sin ninguna aplicación y al tratamiento donde solamente se aplicó MAP.

Conclusiones

Los resultados de los experimentos exploratorios mostraron una tendencia al incremento de la actividad biológica, a través de la medición de una mayor tasa de respiración basal en los tratamientos que tuvieron el aporte de aminoácidos, ácidos húmicos y fúlvicos, junto a la fertilización fosfatada al momento de la siembra. Se halló una relación favorable entre los rendimientos físicos en soja y la respiración basal edáfica, indicando que a una mayor actividad biológica del suelo le correspondió un incremento en la producción física del cultivo. Asimismo, la incorporación de bioestimulantes en maíz, impactaron favorablemente en la biomasa radical y con ello en el rendimiento físico del cultivo. En

soja y maíz, se observaron aumentos de la productividad en los tratamientos con aporte de los extractos húmicos junto al fertilizante fosfatado.

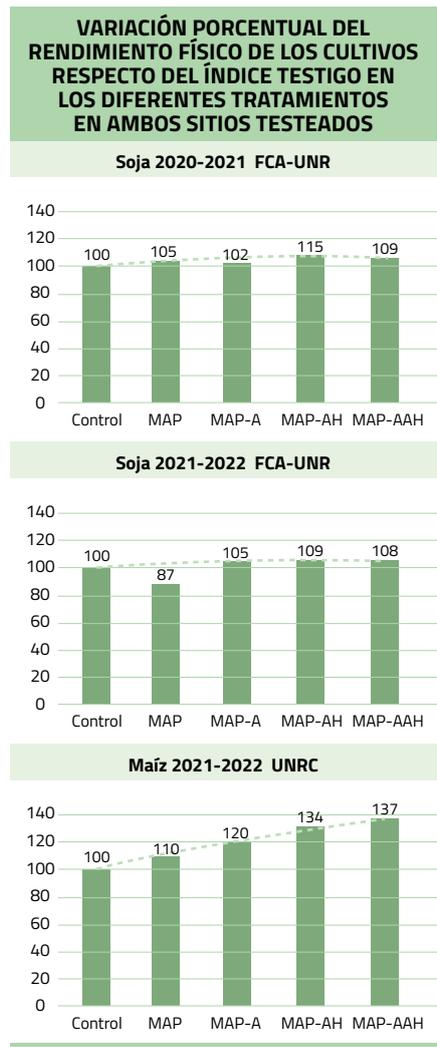


Figura 7.

Bibliografía

Alvarez R. and Alvarez, C. (2002). "Soil organic matter pools and their association with carbon mineralization kinetics" Soil science society of America Journal; vol. 64 p. 184 - 189

Alvarez, R. y Steinbach, H. (2006). "Valor agronómico de la materia orgánica" Materia orgánica, valor agronómico y dinámica en suelos pampeanos, pág. 13-26

Conti, M. (2000). "Materia orgánica del suelo" Principios de la edafología, pág. 67-84

Costantini, A. (2000). "Organismos del suelo" Principios de la edafología, pág. 89-101

Covacevich, F. y Vargas Gil, S. (2014). "Aportes de los microorganismos edáficos a la nutrición vegetal" Fertilidad de Suelos y fertilización de Cultivos, pág. 101-123

Fernandez V. (2021). "Novedades sobre la aplicación foliar de fertilizantes y bioestimulantes" Congreso Bioestimulantes Latam 2021, Redagricola.

Ibañez, J. (2019). "Carbón vegetal, su almacenamiento y reservorios". Recuperado el 16 de agosto de 2022 de: <https://www.madrimasd.org/blogs>

Ferraris, G. y Couretot, L. (2017). "Evaluación de Formulaciones con Micronutrientes en Tratamientos Biológicos con Azospirillum de Trigo". Proyecto regional agrícola desarrollo rural, INTA Pergamino

Montico, S. (2014). "Bases y conceptos para el diseño de las rotaciones". Manejo de Tierras - Facultad de Ciencias Agrarias - UNR

Quintero C. (2019). "Fertilización foliar, ¿por qué?, ¿para qué?". Simposio Fertilidad, 2019.

Taboada M. A. y Micucci F. G., (2002). Respuesta de las raíces de soja a impedancias en Molisoles y Vertisoles, bajo labranza convencional y siembra directa. En Actas del XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, AACCS, pp. 24.

Torres Duggan, M. (2022). "El agro que viene". Blog Apresid, <https://www.apresid.org.ar/blog/agro-viene-o-fertilizantes>

Wynngard, N. (2022). "Informe final Análisis de respiración en muestras de suelo" Facultad de Ciencias Agrarias Balcarce (UNMdP), IPADS (INTA - CONICET).

Artículo de divulgación

Efecto de relaciones fuente-destino contrastantes sobre la composición de grano y el color de harina de maíz

Signorelli, G.; Caballero Rothar, N.; Borrás, L.; Gerde, J. A. y Saenz, E.

FCA-UNR

giustina.signorelli@gmail.com; caballerorothar@gmail.com; lucas.borras@corteva.com; jose.gerde@unr.edu.ar; saenz@iicar-conicet.gob.ar

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales de mayor volumen de producción a nivel mundial. Su grano es utilizado como materia prima para diversos procesos industriales cuyo destino puede ser la alimentación animal y humana. En Argentina la mayor producción abarca a los híbridos dentados o semidentados OGM (Brun y Dudley, 1989). Estos poseen una estructura de grano blanda debido a una mayor proporción de endosperma harinoso en relación al endosperma vítreo. En cambio, los híbridos flint o Plata tienen alta dureza de grano ya que su endosperma es mayormente vítreo. En el caso argentino, estos últimos son reconocidos por su coloración anaranjada, corona lisa y por ser libres de OGM, siendo esto último muy importante para la comercialización de los mismos a la Unión Europea, la cual es su principal destino (Abdala *et al.*, 2018). Su principal uso es para la alimentación humana a través de la molienda seca.

Los carotenoides son pigmentos responsables de las coloraciones amarillo-anaranjadas de los granos de maíz argentinos y en las harinas derivadas de su molienda (Saenz *et al.*, 2020). Estos pigmentos pueden tener acción reductora de radicales libres, y algunos de ellos son precursores de la vitamina A (α -caroteno, β -caroteno, α -criptoxantina y β -criptoxantina). Su capacidad antioxidante tiene efectos positivos sobre la salud y además mejora la calidad química y sensorial de los alimentos con mayor concentración de carotenoides mediante la disminución de la oxidación de lípidos (Zilic *et al.*, 2012). Del total de los carotenoides alojados en el grano de maíz más del

70% se encuentra en el endosperma vítreo, y los restantes se distribuyen en el endosperma harinoso, el germen y el pericarpio (Blessin *et al.*, 1963).

Los híbridos de maíz actualmente comercializados en Argentina poseen niveles de carotenoides en el rango de entre 16 ppm y 39 ppm (Saenz *et al.*, 2020; Saenz *et al.*, 2021). En particular, los genotipos flint se caracterizan por tener un 30% más que los semidentados. Estas altas concentraciones y la gran proporción de endosperma vítreo son las principales responsables de la tradicional coloración anaranjada oscura de los maíces flint (Saenz *et al.*, 2020).

La dureza del grano es el resultado de la interacción de los componentes mayoritarios del endosperma: el almidón y las proteínas (Caballero-Rothar *et al.*, 2019). El almidón constituye un 68-70% aproximadamente del grano y se encuentra en forma de gránulos inmersos en una matriz proteica. Los híbridos de maíz actuales poseen valores de proteína entre 8% y 9%. En el caso de los genotipos flint, este último componente suele presentarse en niveles superiores a los observados en los semidentados, mientras que con el almidón ocurre lo contrario (Abdala *et al.*, 2018). La mayor concentración de proteínas, en particular de ciertas zeínas, está relacionada de manera positiva con la mayor dureza de sus granos entendida como mayor peso hectolítrico, menor índice de flotación, mayor vitreosidad y mayor densidad del grano (Gerde *et al.*, 2016, 2017).

Si bien la composición del grano de maíz está fuertemente determinada por un

efecto genotípico, el ambiente también la modifica (Cirilo *et al.*, 2011). Por ejemplo, siembras tempranas y altos niveles de fertilización nitrogenada aumentan la concentración de proteína en los granos de maíz (Abdala *et al.*, 2018; Gerde *et al.*, 2016). Particularmente, las condiciones ambientales durante el llenado de granos son muy importantes en la determinación de la composición química y dureza de los granos de maíz (Cirilo *et al.*, 2011). La relación fuente-destino es una variable que intenta describir el balance entre la fuente y la demanda de asimilados durante un periodo determinado del cultivo (Uhart y Andrade, 1991). Particularmente, incrementos en la disponibilidad de asimilados por grano durante el llenado de los mismos (mayor relación fuente-destino) han resultado en una mayor concentración de proteínas (Borrás *et al.*, 2002) y en granos más duros (Cirilo *et al.*, 2011). Estos últimos han sido asociados con mayores concentraciones de carotenoides (Saenz *et al.*, 2020; Saenz *et al.*, 2021). Hipotetizamos que incrementos en la disponibilidad de asimilados por grano también repercutan positivamente sobre estos pigmentos. Sin embargo, no existen evidencias hasta el momento del efecto de relaciones fuente-destino contrastantes durante el llenado de grano sobre la concentración de carotenoides y el color de las harinas de maíz.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de relaciones fuente-destino contrastantes durante el llenado de granos sobre la concentración total de carotenoides, la composición de los granos de maíz (proteína, almidón y aceite) y el color de sus respectivas harinas.

Materiales y métodos

El experimento fue llevado a cabo en el Campo Experimental Villarino, ubicado en Zavalla, Santa Fe, Argentina durante la campaña 2020/2021. Seis genotipos de dureza contrastantes fueron sembrados el día 18 de diciembre de 2020. Los genotipos fueron elegidos por su relevancia comercial, su dureza contrastante y por poseer una amplia variación en la coloración de sus granos (amarillo y anaranjado). Se sembraron en parcelas de cuatro surcos de seis metros de largo con 0,52 m de distancia entre ellos. Se utilizó una densidad de ocho plantas m^{-2} . El experimento fue fertilizado con 160 kg ha^{-1} de urea y 80 kg ha^{-1} de MAP.

Antes de que el cultivo alcance el estadio de floración (R1; Abendroth, 2011), diez plantas fueron marcadas para aplicarles tratamientos de relaciones fuente-destino contrastantes. Una vez que la parcela se encontró en R1, las espigas de cinco plantas fueron cubiertas un día después de R1, lo que restringió el número de flores polinizadas y generó para cada una de estas plantas una situación de alta relación fuente-destino (+ fuente/destino). Este tratamiento es similar al realizado por Borrás *et al.* (2002). A las cinco plantas seleccionadas restantes se las defolió 17 días después de R1 (- fuente/destino). A cada una de ellas se les retiró el 75% del área foliar, lo que resultó en una

situación de baja relación fuente-destino, similar a Tamagno *et al.* (2016). Así se aseguró que el tratamiento de defoliación impacte únicamente sobre la fase de llenado efectivo y no sobre el número de grano fijados (fase lag de llenado y el cuaje).

En madurez comercial las 10 plantas fueron cosechadas individualmente y se les determinó la concentración de proteína, almidón y aceite mediante el uso de espectroscopía de infrarrojo cercano (NIR, FOSS, Dinamarca). Luego, las muestras de grano de cada una de las plantas fueron almacenadas a $-22^{\circ}C$ en la oscuridad hasta efectuar las mediciones de color y carotenoides.

Para la extracción de los carotenoides se utilizó la metodología de Kurilich y Juvik (1999). Las muestras se pulverizaron con una molidora FOSS CT 293 Cyclotec™ a un tamaño de partícula menor a 0,5 mm. La concentración total de carotenoides se determinó espectrofotométricamente (Biehler *et al.*, 2010). Los resultados se presentan como $mg\ kg^{-1}$ en base seca.

El color de los granos y de las harinas obtenidas de su molienda fue determinado mediante el uso de un colorímetro Konica Minolta CR-400 (Minolta Co., Osaka, Japan) configurado con el iluminante D65 y el observador de 2°. Se determinaron

las coordenadas de color HunterLab: la coordenada L (hace referencia a la luminosidad) donde 0 es el negro y 100 es el blanco; la coordenada a (eje rojo-verde) donde los valores positivos hacen referencia a colores más rojizos y los negativos a colores más verdosos y 0 es el neutro; y, por último, la coordenada b (eje amarillo-azul) donde valores positivos son colores más amarillentos, y los negativos son colores más azulados, siendo el 0 el neutro (Mathias-Rettig y Ah-Hen, 2014). Además, la intensidad del color conocida como croma (C) puede ser calculada como $(a^2 + b^2)^{1/2}$. También, el ángulo de la tonalidad (h) puede ser calculado como el arco tangente de (b/a), donde 0° o 360° = rojo, 90° = amarillo, 180° = verde y 270° = azul (Bao *et al.*, 2005).

Resultados y discusión

El tratamiento de relación fuente-destino, el tipo de grano y su respectiva interacción tuvieron un efecto significativo sobre el peso del grano ($p \leq 0,001$; Tabla 1). La diferencia en peso de grano entre los dos tratamientos fuente-destino fue de aproximadamente $240\ mg\ grano^{-1}$ (Tabla 1). El peso de grano difirió entre los tipos de grano, donde los semidentados presentaron un mayor peso medio que los flint (326 y $295\ mg\ grano^{-1}$, respectivamente; Tabla 1). La interacción tratamiento x

Biblioteca Digital

Acceso libre para docentes, nodocentes y estudiantes
vía Campus Virtual FCAGR

EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS, TIPOS DE GRANOS, GENOTIPOS DE CADA TIPO DE GRANO SOBRE EL COLOR DE HARINA Y CONCENTRACIÓN DE CAROTENOIDES							
Tratamiento fuente-destino	Tipo de grano	Genotipo	Peso de grano mg grano ⁻¹	Color			Carotenoides totales mg kg ⁻¹
				L	C	h	
+ fuente/destino			431	80,5	27,2	89,2	38,7
- fuente/destino			191	80,8	23,4	89,9	32,9
	Flint Semidentado		295	79,9	27,2	87,9	42,3
			326	81,3	23,5	91,1	29,9
	Flint	EG808	291	80,1	27,4	87,7	42,2
		ACA514	292	81,1	25,9	89,8	36,2
		Q542	299	78,8	28	86,6	46,9
	Semidentado	DK7220	312	80,4	22,4	89,7	27,8
		P1815	327	81,7	24,6	91,9	31,6
		Q542	338	81,8	23,7	91,7	30,3
+ fuente/destino	Flint Semidentado		394	79,8	28,6	87,8	43,8
			464	81	25,9	90,5	34,1
- fuente/destino	Flint Semidentado		194	80	25,8	87,9	40,8
			187	81,6	21,2	91,8	25,8
Tratamiento (T)			***	ns	***	***	***
Tipo de grano (TG)			***	*** (0,6)	***	***	***
Genotipo (Tipo de grano) [G(TG)]			ns	*** (1,1)	***	***	*** (2,4)
T x TG			*** (6) ¹	ns	*** (0,4)	*** (0,4)	*** (1,9)
T x G(TG)			ns	ns	*** (0,8)	*** (0,7)	ns
% Variancia							
Tratamiento (T)			92	2	42	3	13
Tipo de grano (TG)			2	25	41	60	61
Genotipo (Tipo de grano) [TG(G)]			2	33	9	29	16
T x TG			0	0	3	2	3
T x TG(G)			0	3	3	3	1
Residual			4	37	2	3	6
*,** y *** significativo al p < 0,05, 0,01 y 0,001 respectivamente; ns: no significativo (p > 0,05)							
¹ Número entre paréntesis representa la diferencia mínima significativa de las medias $\alpha = 0,05$							

Tabla 1.

tipo de grano pone de manifiesto que los granos flint y semidentados responden de manera diferente en el cambio de su peso de grano ante tratamientos de relación fuente-destino contrastantes. La diferencia en peso entre ambos tratamientos fue mayor en el tipo de grano semidentado en comparación al tipo flint (277 y 200 mg grano⁻¹, respectivamente; Tabla 1). El mayor porcentaje de la variancia fue explicado por el tratamiento de relación fuente-destino (92%; Tabla 1).

Con respecto al color de las harinas resultantes de la molienda del grano se pudo observar que los efectos tipo de grano y genotipo dentro de tipo de grano

mostraron diferencias significativas sobre la coordenada L (luminosidad; $p \leq 0,001$). Los granos de tipo semidentado a los que se les aplicó el tratamiento - fuente/destino tuvieron los mayores valores de L (Tabla 1). Todos los efectos del modelo resultaron significativos ($p \leq 0,001$) tanto para la intensidad del color (C) como para el ángulo de la tonalidad (h). Sin embargo, en ambas variables el mayor porcentaje de la variación total estuvo asociado al tipo de grano (> 60%; Tabla 1). Los granos flint presentaron una alta C con una media de 27,2 (Tabla 1). Dicho valor es superior a los reportados previamente por Saenz et al. (2021), donde el rango explorado fue entre 17,0 y 19,1. Por otro lado, los genotipos sometidos al

tratamiento + fuente/destino son los que tuvieron mayor intensidad del color. Granos con una mayor disponibilidad de asimilados presentaron colores más intensos (Tabla 1). Los efectos tratamiento fuente-destino, tipo de grano, genotipo anidado dentro de tipo de grano y la interacción de tratamiento con tipo de grano tuvieron diferencias significativas sobre la concentración de carotenoides ($p \leq 0,001$; Tabla 1). El porcentaje de la variación total estuvo mayormente explicado por el tipo de grano. Sin embargo, la respuesta del tipo de grano flint y semidentado fue diferente ante los tratamientos fuente-destino aplicados (interacción tratamiento x tipo de grano significativa, $p \leq 0,001$). La diferencia en la concentración de carotenoides entre los tratamientos apuntados a aumentar y disminuir la relación fuente-destino fue mayor en los genotipos semidentados que en los flint (8,3 vs. 3,0 mg kg⁻¹, respectivamente; Tabla 1).

Los genotipos flint presentaron una mayor concentración de carotenoides que los genotipos semidentados (42,3 y 29,9 mg kg⁻¹, respectivamente; Tabla 1). Dicho rango de concentraciones fue mayor a los reportados anteriormente por Saenz et al. (2020), donde se encontraron valores entre 39,4 y 24,7 mg kg⁻¹ en un amplio número de genotipos argentinos. En concordancia con dicho trabajo, en el presente trabajo los niveles más altos de estos pigmentos fueron observados en genotipos flint. Por otro lado, se observó una mayor concentración de carotenoides en el tratamiento + fuente/destino en comparación al tratamiento - fuente/destino (38,7 vs. 32,9 mg kg⁻¹; Tabla 1). Las condiciones que produjeron una mayor disponibilidad de asimilados por grano resultaron en una mayor acumulación de carotenoides (Tabla 1).

Los efectos tratamiento fuente-destino, tipo de grano y genotipo dentro de tipo de grano fueron significativos para las concentraciones de aceite, proteína y almidón ($p < 0,001$; Tabla 2). Las interacciones tratamiento fuente-destino x genotipo dentro de tipo de grano y tratamiento fuente-destino x tipo de grano fueron significativas ($p < 0,01$; Tabla 2) para aceite y almidón, respectivamente. Sin embargo, tratamiento fuente-destino y tipo de grano fueron los efectos que

EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS, TIPOS DE GRANOS, GENOTIPOS DE CADA TIPO DE GRANO SOBRE EL PORCENTAJE DE ACEITE, PROTEÍNA Y ALMIDÓN					
Tratamiento fuente-destino	Tipo de grano	Genotipo	Aceite %	Proteína %	Almidón %
+ fuente/destino			4,7	10,4	69,9
- fuente/destino			4,3	8,6	73,3
	Flint Semidentado		4,9 4,2	10,1 9,0	70,4 72,7
	Flint	EG808 ACA514 Q542	4,9 4,4 5,3	10,1 9,0 10,8	70,7 71,1 69,6
	Desdentado	DK7220 P1815 AZ7761	4,3 4,1 4,1	8,8 9,2 8,9	73,0 72,3 72,6
+ fuente/destino	Flint Semidentado		5,1 4,4	11,0 9,8	69,1 70,6
- fuente/destino	Flint Semidentado		4,8 4,0	9,1 8,1	71,7 74,7
Tratamiento (T)			***	*** (0,3)	***
Tipo de grano (TG)			*** (0,1) ¹	*** (0,3)	***
Genotipo (Tipo de grano) [G(TG)]			***	*** (0,5)	*** (0,7)
T x TG			ns	ns	*** (0,5)
T x G(TG)			** (0,2)	ns	ns
% Variancia					
Tratamiento (T)			15	51	59
Tipo de grano (TG)			53	20	26
Genotipo (Tipo de grano) [TG(G)]			23	16	5
T x TG			0	0	3
T x TG(G)			3	3	1
Residual			7	9	6
*, ** y *** significativo al p ≤ 0,05, 0,01 y 0,001 respectivamente; ns: no significativo (p > 0,05)					
¹ Número entre paréntesis representa la diferencia mínima significativa de las medias α = 0,05					

Tabla 2.

explicaron el mayor porcentaje de la variación total observada (Tabla 2).

Respecto del aceite, los genotipos flint presentaron mayor concentración que los genotipos semidentados (4,9 vs. 4,2%, respectivamente; Tabla 2). Por otro lado, dicha concentración fue superior en el tratamiento + fuente/destino con respecto al - fuente/destino (4,7 y 4,4%, respectivamente; Tabla 2). Las medias de los genotipos oscilaron entre 5,3 y 4,1% siendo el híbrido Q542 el de mayor concentración y AX7761 el de menor (Tabla 2).

En cuanto a la proteína, entre los dos tratamientos el que mayor concentración

tuvo fue el + fuente/destino (10,4%; Tabla 2). Los genotipos semidentados presentaron una media de 9,0%, valor inferior a la de los flint (10,1%; Tabla 2). La mayor concentración de proteína observada en los granos con mayor dureza coincide con lo reportado por Caballero-Rothar *et al.* (2019). El rango de concentración de proteína explorado por los genotipos flint fue entre 9,0 y 10,8% (Tabla 2).

Con respecto a la concentración de almidón, se observaron mayores valores en el tratamiento apuntado a la disminución de la relación fuente-destino (- fuente/destino) que en su contraparte (73,3 vs. 69,9%, respectivamente; Tabla 2). Los genotipos

semidentados fueron aquellos con la mayor concentración comparados con los flint (72,7 vs. 70,4%; respectivamente; Tabla 2). Además, entre los distintos genotipos la mayor concentración de almidón se observó en el híbrido DK7220 (73,0%) y la menor en Q542 (69,6%; Tabla 2).

El impacto diferencial de los tratamientos fuente-destino fue evaluado mediante la diferencia entre la concentración de carotenoides del tratamiento + fuente/destino y - fuente/destino en cada uno de los genotipos de dureza de grano contrastante. La diferencia en la concentración de carotenoides entre tratamiento fue mayor en los híbridos con tipo de grano semidentado que en los de tipo flint (Figura 1). Entre los primeros, a su vez, el híbrido AX7761 presentó la mayor diferencia, con una media de la misma de 11,3 mg kg⁻¹, seguido de P1815 y DK7220 con diferencias medias de 7,3 y 6,4 mg kg⁻¹, respectivamente (Figura 1). Por otro lado, los híbridos flint presentaron diferencias de entre 3,7 y 2,5 mg kg⁻¹. La mayor diferencia entre estos materiales de grano duro se observó en el híbrido ACA514 (Figura 1). Esto indica que ante modificaciones en la disponibilidad de asimilados por grano los genotipos de tipo de grano semidentado son más susceptibles a mayores cambios en su concentración de carotenoides totales que los genotipos flint (Figura 1).

DIFERENCIA DE CONCENTRACIÓN DE CAROTENOIDES TOTALES ENTRE LOS TRATAMIENTOS DE ALTA Y BAJA RELACIÓN FUENTE-DESTINO (MG KG⁻¹) DE CADA HÍBRIDO

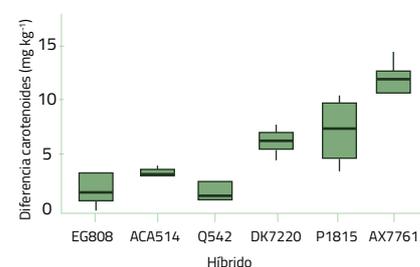


Figura 1.

También, se evaluó el impacto diferencial de los tratamientos fuente-destino sobre el color de las harinas resultante de la molienda de los granos de los híbridos evaluados. La diferencia de la intensidad del color (croma, C) de la harina entre los dos tratamientos también fue mayor en los híbridos semidentados en comparación a

los flint (Figura 2). El híbrido AX7761 fue el que más cambió con un delta medio de 6,3 (Figura 2). Este genotipo también fue aquel que también mostró la mayor diferencia en concentración de carotenoides totales (Figura 1). Por otro lado, Q542 fue el que menos cambió en términos de color con una media de 1,8 (Figura 2).

REPRESENTACIÓN DE LA DIFERENCIA DE CROMA (C) ENTRE LOS TRATAMIENTOS DE ALTA Y BAJA RELACIÓN FUENTE-DESTINO (MG KG⁻¹) DE CADA HÍBRIDO

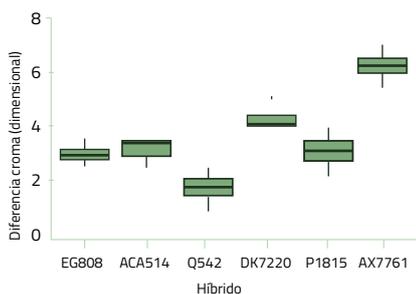


Figura 2.

Los genotipos flint fueron aquellos que tuvieron menores cambios en la intensidad del color de sus harinas y en su concentración de carotenoides totales ante cambios en sus relaciones fuente-destino durante el llenado de grano (Figuras 1 y 2). Esto quiere decir que dichos atributos de calidad del grano fueron más estables en genotipos flint que en los semidentados frente a cambios en la disponibilidad de asimilados durante el llenado de grano. Por el contrario, los genotipos semidentados fueron más susceptibles frente a estas modificaciones, lo que resultó en mayores cambios en los atributos nombrados anteriormente.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, se puede inferir que una disminución en la cantidad de asimilados por grano durante el periodo de llenado de los granos de maíz tiene un impacto negativo en el peso de los granos, en la concentración de carotenoides y en el color de harina. Dicho impacto es más importante en los genotipos de grano semidentados que en los genotipos flint.

La respuesta a los cambios en la cantidad de asimilados por grano durante el llenado no afectaron diferencialmente la respuesta de la concentración de aceite y proteína para cada tipo de grano. Sin embargo, los genotipos semidentados presentaron mayores cambios en la concentración de almidón ante modificaciones en la cantidad de asimilados por grano en comparación a los genotipos flint.

Agradecimientos

Los autores agradecemos a GR Rodriguez por prestarnos el colorímetro. El estudio fue financiado por el CONICET (PUE 22920160100043).

Bibliografía

- Abdala, L.J.; Gambin, B.L.; Borrás, L. (2018). Sowing date and maize grain quality for dry milling. *Europ. J. Agron.* 82, 1-8.
- Abendroth, L.J.; Roger, W.E.; Matthew, J.B.; Marlay, S.K. (2011). *Corn growth and development*. Iowa State University Extension, Ames, Iowa.
- Bao, J.S.; Cai, Y.Z.; Sun, M.; Wang, G.Y.; Corke, H. (2005). Anthocyanins, flavonols, and free radical scavenging activity of Chinese bayberry (*Myrica rubra*) extracts and their color properties and stability. *J. Agric. Food Chem.* 53, 2327-2332.
- Biehler, E.; Mayer, F.; Hoffmann, L.; Krause, E.; Bohn, T. (2010). Comparison of 3 spectrophotometric methods for carotenoid determination in frequently consumed fruit and vegetables. *J. Food Sci.* 75, 55-61.
- Blessin, C.W.; Brecher, J.D.; Dimler, R.J. (1963). Carotenoids of corn and sorghum. 5. Distribution of xanthophylls and carotenes in hand-dissected and dry-milled fractions of yellow dent corn". *Cereal Chem.* 40, 582-586.
- Borrás, L.; Curá, J.A.; Otegui, M.E. (2002). Maize kernel composition and postflowering source-sink ratio. *Crop Sci.* 42, 781-790.
- Brun, E. L.; Dudley, J. W. (1989). Breeding potential in the USA and Argentina of corn populations containing different proportions of flint and dent germplasm. *Crop Sci.* 29, 570-577.
- Caballero-Rothar N.N.; Abdala, L.J.; Borrás L.; Gerde, J.A. (2019). Role of yield genetic progress on the biochemical determinants of maize kernel hardness. *Journal of Cereal Science* 87, 301-310.
- Saenz, E.; Abdala, L.J.; Borrás, L.; Gerde, J.A. (2020). Maize kernel color depends on the interaction between hardness and carotenoid concentration. *J Cereal Sci.* 91-102901.
- Cirilo, A.G.; Actis, M.; Andrade, F.H.; Valentinuz, O.R. (2011). Crop management affects dry-milling quality of flint maize kernels. *Field Crops Res.* 122: 140-150.
- Gerde, J. A.; Spinozzi, J. I.; Borrás, L. (2017). Maize kernel hardness, endosperm zein profiles, and ethanol production. *BioEnergy Res.* 10, 760-771.
- Gerde, J. A.; Tamagno, S.; Di Paola, J. C.; Borrás, L. (2016). Genotype and nitrogen effects over maize kernel hardness and endosperm zein profiles. *Crop Sci.* 56, 1225-1233.
- Mathias-Rettig, K.; Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro sur*, 42(2), 57-66.
- Saenz, E.; Borrás, L.; Gerde, J.A. (2021). Carotenoid profiles in maize genotypes with contrasting kernel hardness. *J Cereal Sci.* 99-103206.
- Tamagno, S.; Greco, I.A.; Almeida, H.; Di Paola, J.; Martí-Ribes, F.; Borrás, L. (2016). Crop management options for maximizing maize kernel hardness. *Agron. J.* 108, 1561-1570.
- Uhart S., and F. Andrade. (1991). Source-sink relationship in maize grown in a cool temperate area. *Agronomie* 11:863-875.
- Zilic, S.; Serpen, A.; Akilloğlu, G.; Gokmen, V.; Vancetovic, J. (2012). Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and antioxidant capacity of colored maize (*Zea mays* L.) kernels. *J. Agric. Food Chem.* 60, 1224-1231.

**11 DOM
SEPT**

**5K
10K**



MARATON

A G R A R I A S E N C A R R E R A

**PODIOS EXCLUSIVOS PARA
ING. AGR. Y LIC. RRNN.
DOCENTES Y NODOCENTES
ESTUDIANTES FCA-UNR**

ACTIVIDADES GRATUITAS

**CAMINATA
GUIADA**

**AGRARIAS
KIDS**

**CLASE
DE YOGA**

**INSCRIPCIONES
Y MAS INFO EN**
[@/AgrariasEnCarrera](https://www.instagram.com/AgrariasEnCarrera)



**PARQUE VILLARINO
ZAVALLA, SANTA FE**



conjuntamente con la Dirección del Campo Experimental para generar experiencias de transición agroecológica que fortalezcan la capacitación de los propios docentes, así como la formación de los estudiantes de grado y de posgrado. Desde el SIPA también se ofrecen oportunidades de diálogo e intercambio a organizaciones, técnicos, asesores y productores. En el contexto del SIPA se promueve la búsqueda de una mayor y mejor diversidad natural y cultural para alcanzar la sustentabilidad de los sistemas agroalimentarios (Figura 2).

Los resultados obtenidos durante los primeros tres años, producto de los aciertos y desaciertos, han sido difundidos a través del libro "SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIONES AGROECOLÓGICAS. Aportes para el manejo de la transición en agroecosistemas extensivos", presentado a través de un webinar y disponible en la página web de la FCA-UNR.



Figura 3. Obra que expone las experiencias desarrolladas en el SIPA durante el período 2017-2020.

Más recientemente, a través del capítulo "Formación Profesional Agropecuaria Para Sistemas Agroalimentarios Sustentables. Aportes del Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario", contenido en el libro digital "El Derecho Humano a la Alimentación. Debate y praxis en un escenario de crisis", editado por el Área de Derechos Humanos de la Universidad Nacional de Rosario (UNR Editora, en prensa).



Figura 4. Viaje al establecimiento "Naturaleza Viva" y recorridos a campo en el marco del encuentro Nodos Agroecológicos Territoriales.

Durante los últimos años, el equipo de trabajo participó activamente en la Agenda del VII Mes de la Agroecología (octubre y noviembre 2021) y del encuentro: Nodos Agroecológicos Territoriales. "Tejer redes para expandir la agroecología" (4, 5 y 6 de mayo 2022). Este último evento, producto de un trabajo conjunto entre FCA-UNR, Dirección Nacional de Agroecología, Sociedad Argentina de Agroecología y RENAMA, condujo a la conformación del Nodo Agroecológico Zavalla, sin dudas, un logro que pone en evidencia el esfuerzo y el compromiso de quienes pretenden mejorar la sustentabilidad de los sistemas agroalimentarios de la región (Figura 4).

Por otra parte, la participación de integrantes del SIPA en el Proyecto Universitario de Movilidad en Agroecología (PUMA) del Programa Argentina Francia Agricultura (ARFAGRI) favoreció la emergencia de nuevas oportunidades de formación, tanto para docentes como para estudiantes de ambos países que lograron intercambiar experiencias y conocimientos.

Aportes del SIPA para la formación agropecuaria

Dentro de las numerosas y diversas actividades que se vienen impulsando y sosteniendo en el tiempo, convencidos de su utilidad para ampliar y mejorar la formación agropecuaria con relación

a la sustentabilidad de los sistemas agroalimentarios, se destacan las Prácticas Pre Profesionales para estudiantes de Ingeniería Agronómica y Licenciatura en Recursos Naturales (I) así como la Diplomatura de Pregrado Transición agroecológica aplicada a sistemas de producción extensivos para la zona núcleo de la región pampeana (II).

I- Prácticas Pre Profesionales para estudiantes de Ingeniería Agronómica y Licenciatura en Recursos Naturales

El escenario educativo SIPA ofrece al estudiantado la oportunidad de experimentar Prácticas Pre Profesionales (PPP) para fortalecer la formación profesional. Durante las PPP estudiantes y docentes transitan procesos de deconstrucción del modelo productivo Revolución Verde, instalado y consolidado desde la década del 60 como la única forma de producir alimentos en la región pampeana. El enfoque de sistema complejo, el análisis crítico, así como la reflexión ética sobre cada problemática emergente y las consecuencias ambientales en la toma de decisiones, constituyen los recursos pedagógicos más valiosos del SIPA (Figuras 5 y 6).

El escenario SIPA ofrece al estudiantado una formación profesional centrada en experiencias de reconocimiento, monitoreo y cuantificación, tanto de insectos,



Figura 5. Prácticas Pre Profesionales enfocadas en el manejo de plagas en un agroecosistema en transición agroecológica.



Figura 6. Prácticas Pre Profesionales enfocadas en el manejo de malezas en un agroecosistema en transición agroecológica.

benéficos y plagas, como de malezas y de demás flora espontánea/acompañante. Los futuros profesionales construyen los conocimientos situados en la realidad regional, atendiendo a la complejidad ambiental, vivenciando la producción de alimentos como un desafío al ingenio y a la creatividad para encontrar alternativas sustentables en vez de adoptar “recetas universales” de uso comercial. En este sentido, el equipo docente involucrado en el SIPA, diseña e implementa numerosas y diversas propuestas de enseñanza considerando las particularidades de la zona en todas las dimensiones: técnico-productiva, económica, social y política, e integrando estrategias didácticas de base constructivista orientadas al logro de aprendizajes significativos.

II- Diplomatura de Pregrado Transición agroecológica aplicada a sistemas de producción extensivos para la zona núcleo de la región pampeana

Actualmente, desde el SIPA, se dicta la Diplomatura de Pregrado “Transición agroecológica aplicada a sistemas de producción extensivos para la zona núcleo de la región pampeana” cuyo objetivo es ofrecer capacitación sobre diseño, implementación, manejo y evaluación de procesos de transición agroecológica en sistemas de producción extensivos, transferibles a la zona núcleo de la región pampeana. Más específicamente, el equipo docente propone:

- Contribuir con la formación de técnicos y profesionales que se desempeñan en ámbitos públicos o privados,

vinculados al sistema agroalimentario.

- Transferir prácticas sustentables al territorio mediante procesos de retroalimentación, integrales, colaborativos y solidarios.
- Interactuar con ciudadanos interesados en ampliar y profundizar sobre la transición agroecológica como una alternativa productiva para la región.
- Fortalecer vínculos con organizaciones relacionadas al sector productivo y al mundo del trabajo, orientados a actualizar y mejorar las capacidades laborales.

La Diplomatura tiene una duración de 6 meses (junio-noviembre), teniendo como único requisito de admisión ser mayor de 18 años de edad y contar con título secundario. La estructura curricular comprende 9 asignaturas distribuidas en 3 módulos: 1. Contexto ambiental para la producción agropecuaria regional, 2. Manejo de las adversidades en los sistemas transicionales agroecológicos y 3. Gestión integrada de sistemas transicionales agroecológicos, y 3 talleres integradores. Para la aprobación de la carrera, el estudiantado debe elaborar un Proyecto de Intervención Territorial basado en una propuesta de transición agroecológica para mejorar la sustentabilidad de un sistema agroalimentario.

Los cursantes se desempeñan en ámbitos laborales muy diversos, realizando diversas tareas relacionadas con el sector agropecuario (docentes de escuelas, personal de comunas, personal de apoyo de instituciones, productores, asesores de establecimientos, otros). La propuesta pedagógica está centrada en la co-construcción de capacidades y de conocimientos útiles para transformar las prácticas técnico-productivas, analizando y reflexionando sobre el contexto social, económico, cultural y político de cada territorio en particular, y del país en general. Fundamentalmente, comparando y fundamentando experiencias, compartiendo expectativas, preocupaciones, logros y fracasos (Figura 7).



Figura 7. Actividades áulicas y a campo desarrolladas durante la cursada de la Diplomatura de Pregrado "Transición agroecológica aplicada a sistemas de producción extensivos para la zona núcleo de la región pampeana" (junio 2022)



Área Técnica en GESTIÓN DE SUELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS - UNR

El Área está integrada por un equipo técnico conformado por miembros de las cátedras de Edafología y Manejo de Tierras, y el trabajo estará sujeto a las problemáticas que surjan de las instituciones y organizaciones territoriales del área de influencia de la Facultad.

Entre las actividades a desarrollarse se encuentran: relevamiento y diagnóstico de suelos en zonas rurales y periurbanos, muestreo dirigido en ambientes sitios específicos, georreferenciación de situaciones problema, monitoreo de parques tecnológicos y estudios ambientales, entre otros.



Nota de interés

Plantas nativas en el arbolado urbano: el ceibo

Vernizzi J.; Poloni E.; Dip B.; Isasi M.; Frassón P.

Vivero Forestal Agroecológico FCA-UNR

jiselanoelia@gmail.com

¿Por qué usar plantas nativas en el arbolado urbano?

Es importante mencionar que los árboles en general sustentan una amplia gama de bienes y servicios ecosistémicos necesarios para el bienestar de la población. Pero destacamos especialmente que el uso de especies nativas, como se comentó en las anteriores publicaciones, posibilita numerosas interrelaciones con otros integrantes del ecosistema nativo tales como aves, abejas y mariposas. Asimismo, cuentan con valor ornamental y en el caso del ceibo, con cierta historia de uso en el paisajismo.

En esta oportunidad, también enfatizamos en el valor cultural que representa la especie, debido a que nos remite a leyendas, historias, literatura y versos de poetas. Los troncos, las raíces, las hojas, flores y frutos de nuestros árboles nativos además de ser un capital biológico, refuerzan el patrimonio de la comunidad y forman parte de nuestra cultura. La flor del



Figura 1: las flores del ceibo se agrupan en racimos y tienen una notable belleza.

ceibo (Figura 1) es nuestra flor nacional, desde el año 1942, por lo que alentar su uso y conservación en zonas urbanas contribuye al resguardo de nuestra identidad como argentinos.

El ceibo en arbolado urbano

El ceibo, también denominado seibo, seíbo o bucaré, cuyo nombre científico es *Erythrina crista-galli* es un árbol de la familia Fabaceae. Es originario de Sudamérica, especialmente en Argentina se distribuye por la zona del Litoral. También habita en Uruguay, Brasil y Paraguay.

Es una especie característica de la formación denominada bosques en galería, que se desarrolla en las riberas del Paraná y del Río de la Plata, aunque se la puede encontrar también en zonas cercanas a lagos y pantanos. Dadas estas características, se lo puede cultivar en zonas húmedas, con cierto nivel de resguardo de las heladas.

Características

El ceibo es una especie que ya se utiliza en el arbolado urbano, podemos encontrarla en numerosas plazas y avenidas (Figura 2). A continuación comentamos las características que la hacen apta para este uso.



Figura 3: Frutos (vainas) maduras



Figura 2: ceibos en calle Córdoba 5500, Rosario, en el parqueado de la Terminal de Ómnibus.



Figura 4: Semillas

Tamaño del árbol adulto: es de porte mediano, con una altura total de entre 5 y 10 metros, llegando raras veces a los 20 metros.

Tronco principal: posee un tronco algo ondulado y leñoso, del cual salen ramas que pueden presentar espinas. El diámetro del tronco suele rondar entre 50 y 100 cm.

Follaje: Las hojas son caducas, esto quiere decir que en época otoñal las hojas se caen para volver a crecer en primavera. Están compuestas de tres láminas alargadas-lanceoladas con textura coriácea. La copa es de tipo aparasolada y extendida.

Flores: son de color rojo, hermafroditas y surgen en inflorescencias de tipo racimo. Florece entre los meses de octubre hasta abril y son muy vistosas.

Frutos: es una legumbre parda y seca, de hasta 20 cm centímetros (Figura 3). Contiene numerosas semillas, de color marrón, las cuales son cilíndricas y se disponen espaciadamente en el interior de la vaina (Figura 4).

Raíces: la raíz principal es de tipo pivotante, es decir que se dirige hacia abajo en forma bastante recta. Presenta nudosidades producidas por bacterias nitrificantes que viven en simbiosis (asociación beneficiosa), facilitando a la planta la absorción del nitrógeno.

Espacios en los que se puede utilizar

Alineación en veredas: De acuerdo a sus características se recomienda su plantación en veredas anchas, avenidas y bulevares espaciosos. No se recomienda para veredas angostas ya que puede presentar conflicto por su forma y hábito de crecimiento.

Parques y jardines abiertos: Es el uso más

frecuente de la especie, donde se puede ubicar varios ejemplares juntos o aislados. **Corredores y cortinas:** se recomienda para sitios con buena humedad, como ser bordes de arroyos o ríos de nuestra región (Grau y Kortsarz, 2012).

Aprovechamiento e interacciones de la especie

Es relevante destacar que es un árbol apreciado por su valor ornamental, debido a su llamativa floración. Sumado a las numerosas especies locales que interaccionan, tales como abejas, aves, entre otros.

Entre otros usos notables podemos destacar su madera, que es blanda y liviana, y se ha usado para fabricar balsas, ruedas, aparatos ortopédicos y es el material con el que se fabrica el casco de los más apreciados bombos legüeros (instrumento de percusión del folklore argentino), mientras que de las flores solía obtenerse un colorante rojo usado para teñir tejidos. Asimismo, con su corteza se tratan heridas, reumatismos y sirve como antiespasmódico diurético; con su resina se pueden curar enfermedades intestinales; sus hojas contienen alcanfor, que ayuda a la cicatrización de las heridas y posee propiedades desinflamatorias para tumores.

Los alcaloides extraíbles de sus semillas presentan potencial como agente

fitosanitario ecológico para la inhibición de la replicación de virus como en el caso del Virus del Mosaico del Tabaco (TMV) (Kaufmann, 1944; Chen y Tan, 2017)

Asimismo, no podemos dejar de mencionar las numerosas oportunidades de enseñanza-aprendizaje que se generan para la sociedad, desde la perspectiva biológica cómo planta nativa, y literaria por su aporte cultural (Figura 5).

Recomendaciones para su correcta plantación

El ceibo puede plantarse al sol o en lugares parcialmente sombreados, con suelos profundos, con pH medio, gran capacidad de retención de humedad y buen drenaje. Para asegurar una buena nutrición de la planta, es necesario mantener permanentemente una buena dosis de abono. Como en su medio natural se desarrollan satisfactoriamente en lugares bajos e inundables, estos árboles necesitan de un riego regular, con aplicaciones más frecuentes y con mayor volumen durante el verano. Cuando llega el invierno, se debe regar en forma más espaciada y en menor cantidad. Es sensible a las heladas, por lo que deben ser protegidos del frío durante la temporada invernal cubriéndolo con tela antiheladas mientras aún es joven (D'Alessandro, 2014).



Figura 5: El Ceibo en el centro del patio de la E.E.S.O. N° 439, San Lorenzo, Santa Fe, constituye un espacio de esparcimiento, encuentro y aprendizaje.

Su cultivo en el vivero forestal

En el mismo se cultivan aproximadamente 15 especies de plantas nativas, en la que se encuentra el Ceibo (Figura 6). Se seleccionan las semillas sanas y se escarifican mecánicamente lijando levemente su tegumento. Se cultivan en plugs forestales para poder llevar a cabo un mejor desarrollo radicular. El sustrato utilizado se prepara con tierra, compost y perlita, y se riega abundantemente. Es una especie de fácil cultivo a partir de semillas, no obstante, se pueden reproducir por esquejes de gran porte. Si es así, éstos deben recolectarse durante la etapa de reposo, a finales de la temporada invernal.



Figura 6: Plantines de Ceibo en el Vivero Forestal, de la Facultad de Ciencias Agrarias, Zavalla.

Bibliografía

Chen Q., Tan Q. (2017). "A New Erythrinan Alkaloid Glycoside from the Seeds of *Erythrina crista-galli*" <https://www.mdpi.com/1420-3049/22/9/1558/htm>. Consultado el 27 de julio de 2022.

D'Alessandro B. (2014). El Ceibo. Disponible en: <https://www.otromundosposible.net/el-ceibo/>. Consultado el 27 de julio de 2022.

Grau A., Kortsarz A. (2012). Guía de Arbolado de Tucumán. 1ra edición. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina.

Kaufmann A. (1944). Estudio y caracterización de los alcaloides libres presentes en la semilla de *Erythrina crista-*

galli. Disponible en: https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n0358_Kaufmann.pdf. Consultado el 27 de julio de 2022.

Retomando Agrarias UNR



Un programa que permite finalizar sus carreras de grado a quienes han interrumpido sus estudios.

Convocatoria 2022 abierta

Toda la información en fcagr.unr.edu.ar
estudia-agr@unr.edu.ar



Seguí tu formación

SECRETARÍA DE POSGRADO



Doctorado en Ciencias Agrarias

Res. CS 390/2020 - CONEAU Res. 335/2021 Cat. A



Maestría en Genética Vegetal

Res. CS 389/2020 - CONEAU Res. 334/2021 Cat. A



Maestría en Manejo y Conservación de Recursos Naturales

Res. CS 393/2020 - CONEAU Res 244/2022 Cat. A



Especialización en Sistemas de Producción Animal Sustentable

Res. CS 395/15 CONEAU 122/17 Cat. C



Especialización en Producción de Semillas de Cereales, Oleaginosas y Forrajeras

Res. CS 392/2020 - CONEAU Res. 396/2021 Cat. A



Especialización en Bioinformática

Res. CS 391/2020 - CONEAU Res. 007/2022 Cat. A



Especialización en Biotecnología Agrícola

Convenio UNR - UBA - Res CONEAU Acta N° 498

Además se dictan continuamente cursos y actividades de posgrado abiertas y acreditables

Nota de interés

Manejo de Tierras: una visión desde el punto de vista de los ayudantes alumnos

Angeloni, J. M.; Balagué, P.; Barbero, F.R.; Buljubasich, T.; Ostojic, T.; Berardi, J.A.; Spinozzi, J.; Scaglione, J.; Montico, S.
Cátedra de Manejo de Tierras, FCA-UNR.
angeloni1996@gmail.com

El propósito de la siguiente nota es presentar las distintas actividades que llevaron a cabo los ayudantes alumnos de la cátedra de Manejo de Tierras de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR). Las mismas se desarrollaron en laboratorios y lotes del Campo Experimental J.F. Villarino (Zavalla, Santa Fe) durante los años 2021 y 2022.

En la actualidad, la planificación y manejo de los sistemas de producción agropecuarios se realiza, fundamentalmente, en base a objetivos económicos y bajo una visión analítica y reduccionista, lo que conlleva a un uso inadecuado de la tierra. Por el contrario, el manejo sustentable de las tierras requiere un abordaje sistémico, teniendo en cuenta las múltiples dimensiones que componen los agroecosistemas y las interrelaciones existentes entre ellas que, en conjunto, determinan el funcionamiento global de los mismos. Así, para saber cómo actuar o administrar las tierras, es necesario, en primera instancia, efectuar un diagnóstico interpretativo de las diferentes situaciones y, frente a las prácticas de manejo implementadas, o bien de aquellas factibles de incorporar,



Figura 2. Extracción de muestras para análisis de variables químicas (izquierda) y contenido hídrico (derecha).

contar con información representativa derivada de la aplicación de un conjunto de indicadores que sea el sustento de las decisiones agronómicas. Bajo este esquema, la intervención de los ayudantes alumnos estuvo focalizada en la adquisición de destrezas en el empleo de diferentes instrumentos de medición de variables edáficas y en el aprendizaje de ciertas metodologías, logrando un mayor acercamiento a prácticas futuras en el desempeño de la profesión.

Dentro de las actividades realizadas se encuentran:

- Estimación en laboratorio de la estabilidad de agregados en agua (Figura 1).
- Determinación de la tasa de infiltración de agua mediante el método del anillo.
- Medición de la resistencia a la penetración.
- Relevamiento de biomasa aérea de cultivos de servicios.
- Procesamiento de muestras de macrofauna edáfica.
- Toma de muestras para análisis químicos (MO, N, P, etc) y contenido de agua útil (Figura 2).
- Colocación de parcelas de escurrimiento experimentales (Figura 3).
- Análisis de diversos perfiles culturales (Figura 4).

Además de las tareas de campo y laboratorio detalladas, los ayudantes alumnos elaboraron seminarios grupales que versaron sobre el análisis e interpretación de datos experimentales. De este modo, fue posible consolidar el proceso de aprendizaje ya que se llevó a

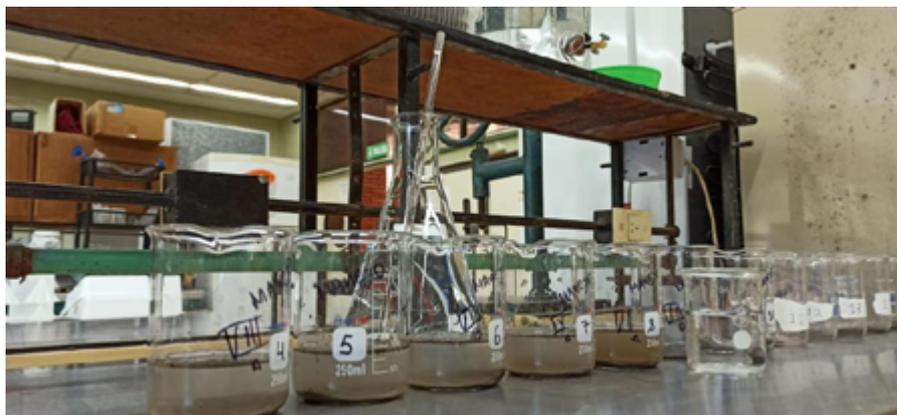


Figura 1. Procedimiento de determinación de estabilidad estructural (pretratamiento al agua).



Figura 3. Parcelas de escurrimiento experimentales.



Figura 4. Estructura laminar presente en los primeros centímetros del perfil cultural de un lote con baja diversificación de cultivos.

cabo una secuencia de trabajo que involucró el desempeño de tareas vinculadas a la toma de datos y su posterior análisis.

Por otro lado, las actividades de los ayudantes alumnos también contemplaron la participación en clases teórico-prácticas de campo en las cuales, además de fortalecer los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera, fue posible lograr la interacción con alumnos y docentes desde un rol de intermediador. De este modo, se incorporaron algunas herramientas para la enseñanza y el aprendizaje, las cuales

resultarán valiosas en el ejercicio profesional, ya sea en labores docentes o bien en el contacto y transmisión de información a productores.

A modo de conclusión, el aprendizaje adquirido, tanto práctico como teórico, permitió consolidar la visión sistémica necesaria para el manejo sustentable de los agroecosistemas y, a su vez, profundizar la capacidad de transmitir los conocimientos a distintos actores.

Agradecimientos

A todos los integrantes de la cátedra de Manejo de Tierras por permitirnos cumplir con nuestro período de ayudantía, integrarnos por completo al trabajo que ellos realizan día a día y lograr el aprendizaje a través de la acción, algo que dentro de nuestra carrera no es tan habitual.



I I C A R

La misión del IICAR es generar y difundir conocimientos en el área de las ciencias agrarias, gestionar la innovación tecnológica y proponer estrategias tendientes a resolver problemas de índole productiva, económica y social que se plantean en los sistemas agroalimentarios de la región y su cadena de valor.

CONTACTO

(0341) 4970080
contacto@iicar-conicet.gob.ar
Parque J.F. Villarino. CC 14 – S2125ZAA
Zavalla – Santa Fe – Argentina

Nota de interés

El rol de nuestro cerebro en la resistencia al cambio

Gargicevich, A.

Taller III Sistemas de Producción Agropecuarios FCA-UNR

gargicevich.adrian@inta.gob.ar

A nuestro cerebro no le gusta el cambio. Revisar para adaptar implica modificar comportamientos o estructuras aprendidas. Nuestro cerebro es un "buen funcionario" que se resiste a que cambien los procedimientos rutinarios porque implica aprender nuevas reglas, nuevas formas de controlar, y eso implica un nuevo gasto de energía. Si notas que no logras promover innovaciones, quizás no sea causa de tu falta de capacidad...estás enfrentando a un buen burócrata y tienes que aprender a conocerlo para que te trate bien. Aquí van algunas pequeñas pistas.

Como en otros artículos de mi autoría en ediciones anteriores de esta misma revista, este artículo se edita como una doble contribución. Por un lado, a los profesionales de la extensión y la promoción de innovaciones que con frecuencia trabajamos en situaciones donde los "cambios" se transforman en el objetivo de nuestra tarea, y por el otro, a la futura modificación del plan de estudios en la carrera de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR.

Para este último fin, el artículo se propone como un "despertador" para un proceso de cambio que seguramente está afectado por el concepto que se desarrolla en este artículo. Una situación común en personas y organizaciones que muchas veces nos afecta a la hora de decidir los cambios.

Daniel Kahneman en su libro Pensar rápido, pensar despacio propone como explicación para entender esta resistencia inicial al cambio, que en nuestro cerebro funcionan dos sistemas acoplados. Son modelos, no necesariamente existen así, pero nos sirven para entender cómo funciona nuestro cerebro.

El sistema 1 es el automático, podríamos denominarlo inconsciente. Toma las

LAS TRES BASES INDISPENSABLES PARA INICIAR CUALQUIER CAMBIO

RE es la nota para innovar

RE conocer
RE accionar
RE configurar



decisiones de forma óptima en muy poco tiempo y con poco consumo de energía (recursos). Por tanto, se encarga de la mayor parte de las acciones que hemos aprendido. Es un sistema energéticamente barato.

El sistema 2 es el consciente, en éste estamos atentos en todo momento en lo que se hace, dónde fijamos nuestra atención, dónde creemos que es más importante detenerse a razonar, aquí también tenemos en cuenta más información para tomar las decisiones. El uso de este sistema tiene un costo, invertimos más energía y más tiempo en hacerlo.

Cuando algo ocurre en el Sistema 2, nuestro cerebro trata de procesarlo, capturarlo, comprimirlo, para poder pasarlo al Sistema 1 lo antes posible. Allí el proceso resultará "más económico" energéticamente.

Un ejemplo muy gráfico para comprender cómo funcionan estos dos sistemas en forma acoplada, lo podemos ver en el proceso de aprender a conducir un automóvil (por cierto, en algún momento debe haber sido una innovación para ti). Comienzas el aprendizaje con el sistema 2 de forma consciente. Te cuesta sangre, sudor y lágrimas tener en cuenta todo lo que está en juego cuando manejas: mirar

el espejo retrovisor, saber que marcha elegir en cada momento, acertar el momento para apretar el pedal de embrague, combinarlo temporalmente con el acelerador, dar la presión adecuada al freno, estar atento a lo que tienes frente al parabrisas y sin olvidar atender los laterales... hasta que de tanto ejercitar y ejercitar, el Sistema 1 aprende y comienza a tomar el control de los procesos. Seguramente ahora eres capaz de conducir durante decenas o cientos de kilómetros sin darte cuenta de qué has estado haciendo. Y si alguien te pregunta cuándo y que hiciste para conducir y llegar, no lo recuerdas, funcionabas de forma inconsciente con el Sistema 1. Es un sistema bastante eficiente, pero no perfecto.

La resistencia al cambio

Piensa ahora esta situación. El sistema 1 de las personas con las que trabajas ya ha logrado aprender los procedimientos, las ceremonias, las dinámicas, en relación con un área de experiencia que los convoca, y llegas tú con una nueva idea a proponerles cambios. Basado en tu experiencia, estudios y lleno de argumentos, dices que se deben hacer nuevos cambios para lograr hacer mejoras en el tema. Es decir, todo aquello que se hacía sin pensar ahora tendrá que pasar nuevamente por un proceso consciente, teniendo nuestro cerebro que sufrir como en la primera

vez que aprendiera lo que ahora hace de manera automática.

De seguro lo que primero conseguirás es una pequeña rebelión silenciosa en los cerebros de las personas. Silenciosa⁽¹⁾ porque a pesar de que tendrás la oportunidad de contar tus propuestas, no sabrás que opera en la mente de quienes te escuchan. Cómo reaccionará el Sistema 1 de sus cerebros. Probablemente tras esos "muros" se escuche: "no"... "en esta yo paso"... "nunca"... "me quedo con lo seguro" ... y comience así un proceso oculto de creación de prejuicios⁽²⁾ que reduzca las posibilidades de diálogo. Ya lo has vivido... seguro.

La clave para el cambio es el cambio mismo

La clave es que la base del cambio, es el cambio mismo. No importa lo que sea que estés haciendo ahora mismo, llámalo como quieras, lo más seguro es que no seguirá siendo válido dentro de 6 meses o 1 año. La adaptación es la gran condición para la persistencia. *Si quieres seguir en el baile tienes que moverte* dice el dicho popular. Y si no me crees, revisa algunas de las cosas que tuviste que cambiar en tu vida debido a la pandemia por Covid-19 a partir del año 2020.

La clave puede resumirse en NO APOLTRONARSE. ¿Pero cómo se lo explico a mi cerebro? Aquí van algunas opciones.

Organiza "ceremonias" de incomodidad. Acostumbra a las personas con las que trabajas a realizar recurrentemente ejercicios de práctica para poner a los cerebros en situaciones de adaptación. Ejercita el pensamiento crítico como herramienta para el cambio⁽³⁾. Si algo tiene nuestro cerebro a favor es que su plasticidad le da una capacidad tremenda para adaptarse a cualquier cosa, puede hacer el cambio con soltura luego que vence este primer freno.

La inercia al cambio⁽⁴⁾ no ocurre por falta de voluntad, también operan mecanismos de protección a los sentimientos de decepción o miedo. Es normal que ocurra, pero no deberían ser la regla. Ayuda a imaginar ¿Qué sentirías ante la nueva propuesta? ¿Cómo crees que estarías? ¿Coincide la

nueva propuesta con los cambios que buscas? ¿Qué cosas te frenan?

Otra buena opción para el cambio⁽⁵⁾ es apelar al conocimiento⁽⁶⁾. Pero no solo con intercambiar datos e información codificada se logra el cometido. Para cambiar hay que saber combinar lo que se recibe como información con aquello que yace en lo tácito: nuestros valores, experiencias y capacidades.

Identifica claramente los principios de reacción frente a la acción⁽⁷⁾ propuesta. ¿Qué es lo que el sistema que pretendemos cambiar está conservando? A veces la falla de las estrategias de cambio, reside en combatir ciegamente los procesos de equilibrio, en lugar de tratar de entender aquello que se pretende conservar. Lograr un cambio permanente, requiere comprender que los sistemas también están gobernados por el principio de conservación. El diseño de estrategias de cambio efectivas siempre parte del reconocimiento de lo que no se cambiará.

Quizás se las nota "RE" del pentagrama encontremos la metáfora que nos sirva para resumir la estrategia a seguir a la hora de proponer cambios.

Todo cambio requiere 3 RE:

REconocer la situación
REaccionar en función de ella
REconfigurar los procedimientos

Y por supuesto, si quieres seguir ayudando a los demás a innovar, no olvides de incluir entre tus objetivos profesionales, no dejar nunca de adaptarte.

Recuperando el segundo de los objetivos al cual va dirigido este texto, "el cambio del plan de estudios de la Facultad de Cs. Agrarias", será bueno poner en crisis el "cerebro colectivo de la organización" cuestionándolo con algunas preguntas útiles para reconfigurar el proceso: ¿Su diseño quedará apoltronado en lógicas de interacción conocidas y ya usadas con anterioridad? ¿Se diseñarán espacios de incomodidad para permitir amplificar las voces que lo instituido mantiene silenciadas? ¿Las micro-estructuras de poder jugarán nuevamente sus mejores

cartas para que los cambios no los afecten? ¿Cómo podrá el proceso develar los mecanismos de protección a los sentimientos de decepción o miedo? ¿Qué es lo que el programa que se pretende cambiar, estará conservando?

Bibliografía consultada:

Pensar rápido, pensar despacio Daniel Kahneman https://catedradatos.com.ar/media/kahneman_pensar.pdf

Referencias:

1. El sonido de los silencios en la tarea de extensión <https://redextensionrural.blogspot.com/2020/04/el-sonido-de-los-silencios-en-la-tarea.html>
2. La muralla del prejuicio <https://redextensionrural.blogspot.com/2015/06/la-muralla-del-prejuicio.html>
3. El pensamiento crítico como herramienta para el cambio <https://redextensionrural.blogspot.com/2018/05/el-pensamiento-critico-como-herramienta.html>
4. Cómo combatir los mecanismos de inercia frente al cambio <https://redextensionrural.blogspot.com/2016/10/como-combatir-los-mecanismos-de-inercia.html>
5. El cambio ocurre cuando se equilibra el conocimiento codificado con el tácito <https://redextensionrural.blogspot.com/2013/02/el-cambio-ocurre-cuando-se-equilibra-el.html>
6. Para no confundir información con conocimiento <https://redextensionrural.blogspot.com/2016/03/para-no-confundir-informacion-con.html>
7. Cambio, acción y reacción. https://redextensionrural.blogspot.com/2012/09/cambio-accion-y-reaccion_23.html

Nota de interés

¿Qué es la metodología cualitativa de la investigación científica en Ciencias Sociales?

Galati, E.

Epistemología y Metodología de la Investigación Científica, FCA-UNR
elviogalati@gmail.com

Introducción

Este título tiene muchos términos que conviene aclarar de a uno para luego comprender la idea global de la pregunta. El objetivo de este escrito es introducir en el enfoque cualitativo de la investigación científica en el ámbito de las ciencias sociales. Como el espíritu del trabajo es introductorio y divulgatorio, no habrá un desarrollo minucioso, detallado y exhaustivo de la temática, sino meramente expositivo, para invitar a su conocimiento y posterior profundización. Las partes en las que se divide el trabajo son 4: la metodología, la tradición cualitativa, la investigación científica, y las ciencias sociales.

1. ¿Qué es la metodología?

En primer lugar cabe adentrarnos en qué es la metodología. Es el estudio del método. Y el método es, como lo señala su etimología, el estudio de aquello que está más allá, la meta, y *odos* es el camino. En parte describe el estudio de todos aquellos pasos que la ciencia ha logrado para investigar, y prescribe todos aquellos procedimientos que hay que seguir para hacer ciencia. La metodología es en parte descriptiva, en parte prescriptiva, y en parte crítica. Cada uno también debería encontrar su lugar para hacerla personal. En definiciones no clásicas se incluye a la filosofía, y en definiciones críticas se señala que el método debe buscar el riesgo y contradecir el sentido común metodológico. También se habla de la interacción entre los pasos del método, método como gestión de recursos. Otros hablan de un aspecto artesanal, a fin de que cada uno pueda lograr su método. Y en el extremo, recordando a Paul Feyerabend, se lucha "contra el método", sin pretender abarcar la ciencia

con fórmulas e incluso rompiendo las reglas conocidas. Complejamente, otros definen al método como un conjunto de principios que guían. Recursivamente, no hay entre método y conocimiento una relación de causa y efecto. El filósofo francés Edgar Morin decía que los métodos vienen al final. Todo lo cual introduce variabilidad en la universalidad y uniformidad metodológicas. Si la filosofía es un quehacer personal, y ella forma parte del método, el artesano es una consecuencia esencial al método, al que cada uno se forma. Por ello hay que arriesgarse más y aceptar desafíos.

2. ¿Qué es el enfoque cualitativo?

La pregunta por la tradición de investigación cualitativa tal vez nos recuerde a "calidad" frente a "cantidad", y a veces nosotros preferimos la cantidad frente a la calidad, a veces a la inversa, y a veces las dos. Desde Pitágoras la Filosofía y la Ciencia se han encargado de ensalzar el número, y siempre se ha creído que se hace ciencia cuando se mide, cuando se puede expresar el conocimiento en porcentajes y números. Pues eso es solo una manera de hacerlo, pero no la única. Es conocimiento lo que tienen en común mil caballos, pero también qué hace de particular a este caballo, y por qué es particular. En el caso de la metodología de la investigación, quien se embarca en un estudio cualitativo resigna la cantidad, no buscando regularidades basadas en números y porcentajes, sino que apunta a buscar el conocimiento en el caso singular, en el detalle, en el relato profundo derivado de un caso. Esa experiencia es el mundo del investigado, y a buscar su sentido se apunta. No se busca explicar a través de leyes científicas, sino comprender el sentido

de la acción, su contexto, su por qué. No tiene como tradición teórica de base al positivismo, que buscaba desentrañar los hechos observables, y las relaciones observables entre hechos observables, como pensaba Auguste Comte, sino al constructivismo, que nace con Immanuel Kant y sus discípulos, la hermenéutica, la fenomenología, el interaccionismo-simbólico, etc. No se emplea el método estadístico, sino el etnográfico, la teoría fundada, el estudio de caso, entre otros. No se aspira a encontrar leyes generales, ni se busca la representatividad de la muestra, sino que el conocimiento que surge del caso, también es tal por su contextualidad según tiempo y espacio. No se apunta a la objetividad, tratando de no involucrar al investigador en la escena de investigación, sino que busca su compromiso, participación, e incluso la transformación social del objeto-proceso de estudio. Esto no implica que no haya criterios de calidad en la investigación cualitativa, que garantizan su rigurosidad. En la metodología cualitativa se apunta a entrar en confianza con el sujeto, el ser humano mejor dicho, más que tener distancia de él. No hay acceso al conocimiento por reducción y simplificación de variables, sino una aproximación integral y holística al objeto, proceso, situación, población o experiencia. No hay instrumentos estructurados como encuestas, sino flexibilidad en los instrumentos de recolección, como entrevistas en profundidad, trayectorias de vida, observación participante. La triangulación y los enfoques mixtos nos proponen una articulación entre ambas tendencias cualitativa y cuantitativa, quebrando el sentido común metodológico de la división, y nos llaman a nuevas fronteras con la metodología compleja y la transdisciplinaria.

3. ¿Qué es la investigación científica?

Hablar de la investigación nunca está de más. A veces damos por sabido algo que en realidad esconde más ideas. Investigación es casi tan amplia como la filosofía. Aplicada al caso de la ciencia, apunta a la búsqueda del saber. Recordemos las obras de filósofos dedicados a ello como Platón con su "Teeteto o de la ciencia", René Descartes y su "Discurso del método", John Locke y su "Ensayo sobre el entendimiento humano", las "Investigaciones filosóficas" de Ludwig Wittgenstein, la "Investigación sobre el entendimiento humano" de David Hume, la "Investigación sobre el significado y la verdad" de Bertrand Russell, la "Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones" de Adam Smith, la "Lógica de la investigación científica" de Karl Popper, entre muchos otros. Como señala la Universidad Privada del Norte (UPN), la investigación apunta a descubrir lo desconocido. En eso consiste la ciencia, el aporte original y nuevo para hacer avanzar el conocimiento, en la rama de que se trate. Como señala UPN, la investigación científica es un procedimiento reflexivo, controlado y crítico, que permite descubrir nuevos hechos, y articularlos en el conjunto de los conocimientos ya existentes. La investigación es básica si apunta a conocer el desarrollo de un fenómeno, describiendo, caracterizándolo; o la ciencia es aplicada, si con el conocimiento que se logra, también se resuelve un problema práctico. Por ejemplo, puedo conocer el desenvolvimiento de las relaciones entre el Banco Central y el Poder Ejecutivo Nacional a lo largo de determinada cantidad de años, a fin de estudiar su grado de autonomía, o ensayar cómo una política intervencionista en el mercado cambiario ha beneficiado o perjudicado al desenvolvimiento de la inflación en la economía de un país. También puedo estudiar el funcionamiento, características y estructura del virus covid-19, o puedo hacer una investigación destinada a lograr la vacuna contra el covid-19. Puedo mapear la vegetación espontánea de la Argentina, o puedo ensayar si tal variante genómica del tomate tendrá más rendimiento.

La investigación abarca todas sus etapas, lo que implica su planificación, con el proyecto y cada uno de sus elementos: problema, hipótesis, objetivos, marco teórico, antecedentes, metodología, cronograma de tareas, bibliografía; evaluación, si fuera el caso, por parte de un comité, de las implicancias éticas del protocolo; investigación propiamente dicha, donde se desarrolla lo planificado; comunicación de la ciencia, donde se informan, parcial o totalmente, los resultados hallados y, eventualmente, divulgación, donde se traduce al lenguaje del gran público, comprensible por la sociedad, los principales resultados hallados. Por supuesto que entre cada uno de estos ciclos hay retroalimentación e interacción, y no son necesariamente sucesivos. Además, cuando hablamos de investigación, hay tipos de investigación, como teórica o de campo, exploratoria, descriptiva, explicativa, y correlacional.

Incluir la ciencia en la metodología la conecta con la epistemología, que es la filosofía de la ciencia, es decir, el estudio del conocimiento científico, en sus bases, a fin de cuestionarlo desde todos sus flancos, tomando en cuenta todos los contextos de la epistemología: el de descubrimiento -cómo surge la actividad científica-, el de justificación -cómo se hace ciencia-, el de aplicación -qué problemas resuelve la ciencia-, el de valoración -cuáles son las consecuencias de la ciencia- y el de comunicación -como doy a conocer la ciencia-. El conocimiento científico se distingue de otros saberes porque sigue un método, el científico, y porque se desarrolla en una comunidad que tiene sus propias reglas, posiciones, *habitus*, espacios, y relaciones de poder, recordando a Thomas Kuhn, y a Pierre Bourdieu.

4. Las Ciencias Sociales

Finalizando, todo este camino destinado a producir conocimiento se da en un ámbito, en el de las ciencias sociales, separadas de las ciencias naturales o exactas, cuando en verdad son todas actividades desarrolladas por el ser humano. Aquí se plantea el problema del monismo metodológico, a fin de averiguar si el exitoso método de la

física se aplica también a las ciencias sociales, como la sociología, la política, la economía, y el derecho. Los debates que se dan alrededor de los enfoques de investigación, cuali, cuanti, mixtos, complejos, se darán en cada una de las ramas, con sus particularidades, visibles gracias a la historia de la ciencia en cuestión. Cada rama de la ciencia tiene sus propios métodos, lo que la hace precisamente singular, a la vez que las ciencias sociales tienen sus propios métodos. Y la ciencia tiene los suyos. Todos estos métodos son estudiados por la Transdisciplinariedad, que investiga las articulaciones entre las ramas de la ciencia y lo común a todas sus ramas, en tanto está "más allá" de la disciplina.

Una rama de la ciencia, metafóricamente un planeta, nos permite ver el sistema de la ciencia, metafóricamente el universo. Si tomamos por caso las ciencias agrarias, generalmente se las asocia a las ciencias naturales, y con ello al mundo de la exactitud. Con lo que va de suyo el enfoque cuantitativo a la hora de hacer ciencia. Pero el productor agropecuario, el ingeniero agrónomo, el ambientalista, el ruralista, el campesino, son todos seres humanos que están en contacto con la producción y preservación de la naturaleza, y en ese trajín generan relaciones humanas, con otros seres humanos, y a propósito de la producción de bienes, y para la conservación de la naturaleza. Estudiar un modo de producción implica bucear en la vida de un campesino, en cómo se relaciona con sus animales, con sus árboles, con sus ancestros, con su familia, con la empresa, con un sistema económico imperante, con la vida urbana. Y con un estudio de caso de un campesino, entenderé tanto la vida rural, como si relevara estadísticamente el modo de vida rural de la región centro del país. Ello requerirá relacionar distintas disciplinas para conocer, y a veces salir del laboratorio, quitar la mirada del microscopio, y alzarla para observar a seres humanos. Volvemos entonces a la importancia de la multi, inter y transdisciplinariedad. Además, hoy la Agroecología ha abierto nuevos cuestionamientos y fronteras, al expandir la mirada científica hacia la mirada del conocimiento vulgar, y conectando la agronomía y la ciencia ambiental con otras ramas como la sociología rural, la

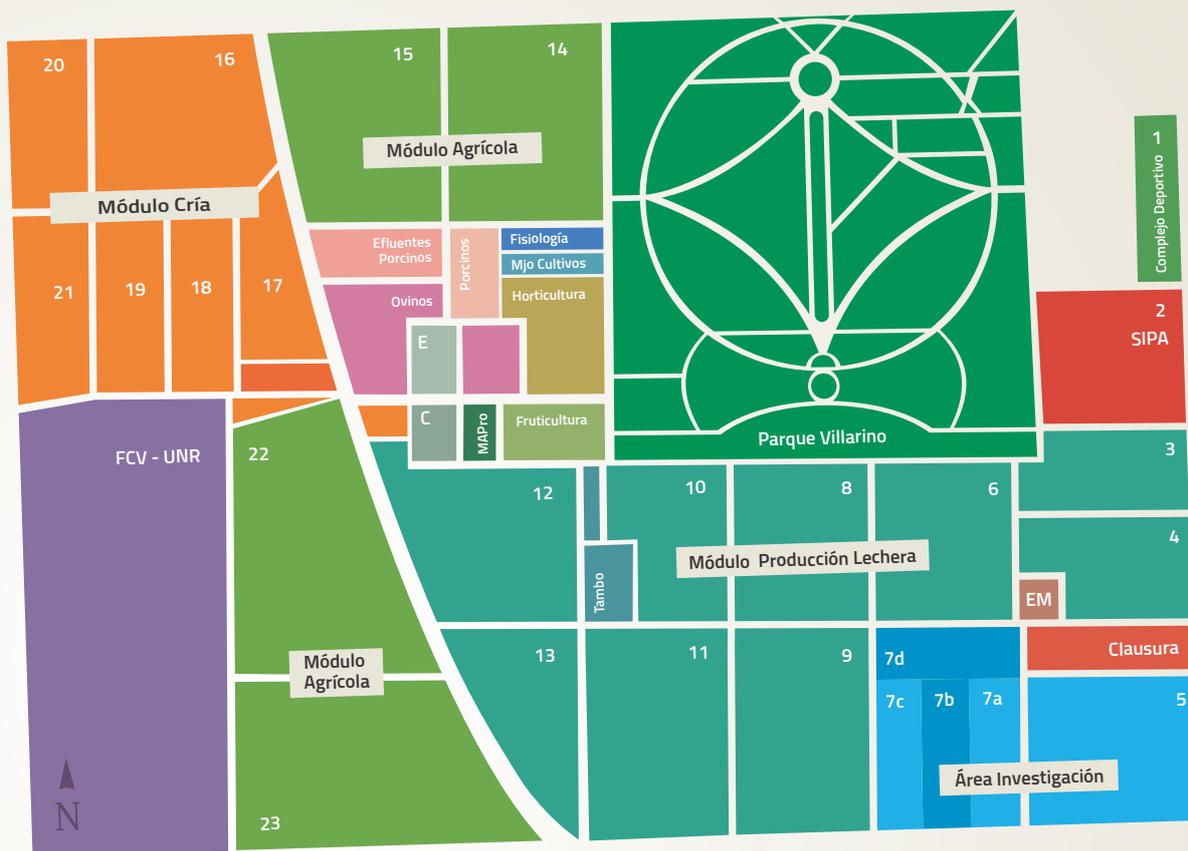
meteorología, las ciencias de la Tierra, la Historia, la Geografía, la Política. Lo que sin dudas vuelve más actual e intenso el debate epistemológico al interior de las ciencias agrarias.

El mundo de la investigación incluye el estudio de las bases de datos científicas, los portales que agrupan revistas científicas, los tipos de escritos que utilizaremos para comunicar nuestros resultados: reseña, artículo, libro, posters, comunicaciones, etc.

Conclusión

La investigación es una caja de herramientas, al servicio del investigador, para que cree su método. Y la idea es valerse del conjunto de técnicas cualitativas para que las usen en función de su tema y objetivos. Si la verdad está en los detalles, ¡imagínense los descubrimientos que nos esperan!

Campo Experimental "Villarino"



La Facultad de Ciencias Agrarias - UNR cuenta, en su Campo Experimental, de 507 ha, con Módulos de investigación y prácticas didácticas (hortícola, frutícola y ovinos) y Módulos productivos que por sus características son representativos de las actividades de la zona (Tambo, Cría e invernada, Porcícola y Agrícola).

Por su cercanía con las aulas y laboratorios estos sistemas le confieren a nuestra Institución una particularidad única a nivel nacional, facilitando las tareas de apoyo a las actividades de Docencia, Investigación y Extensión.



Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Rosario
Campo Experimental Villarino CC N° 14
(S2125ZAA) Zavalla – Santa Fe ARGENTINA
+ 54 0341 4970080

[f](#) [t](#) [@](#) [in](#) [v](#) AgrariasUNR



Universidad
Nacional
de Rosario