



# MEMORIA TÉCNICA 2021-2023

Estación Experimental Agropecuaria General Villegas

INTA || Ediciones

Colección  
INSTITUCIONAL

35 años de experiencia

Agrobiológicos con  
la innovación tecnológica  
que tus cultivos necesitan.

REVOLUCIÓN  
**biológica**

DESDE FLORENTINO AMEGHINO

Investigamos y desarrollamos  
fórmulas con innovación tecnológica  
para fabricar bioinsumos.

Línea de inoculantes, Promotores del crecimiento,  
Aditivos para silaje, Biocontroladores, Bioestimulantes,  
Micronutrientes, Fungicidas, Insecticidas, Repelentes,  
Coadyuvantes biodegradables, Packs para soja, maíz y trigo.

Distribución nacional. Zonas cubierta  
por representantes comerciales.

**NITRAP**<sup>®</sup>  
AGROBIOLÓGICOS

[www.nitrap.com.ar](http://www.nitrap.com.ar)

   nitrapagro

**ISSN 1850-6038**

---

# **MEMORIA TÉCNICA 2021/2023**



**Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
Estación Experimental Agropecuaria General Villegas**

**Año de publicación: 2024**



**MEMORIA TÉCNICA 2021- 2023**  
**ISSN 1850-6038**

**COMISIÓN DE PUBLICACIONES**

---

**DIRECTOR:**

Ing. Agr. Walter Miranda  
EEA Gral. Villegas

**EDITOR:**

Ing. Agr. Daniel Méndez  
EEA Gral. Villegas

**REVISORES:**

Ing. Agr. Sergio Viano  
Ing. Agr. Cecilia Sardiña  
Ing. Agr. Malena Ferro  
Prof. Elisa Vicondo  
Lic. María Fernanda Martínez  
Ing. Agr. Guillermo Martín  
Ing. Agr. Federico Demateis  
Lic. Roberto Landa  
Tec. Sergio Peralta  
Ing. Agr. Sebastián Rodríguez  
Ing. RR.NN. Marianela Diez

**DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:**

Verónica de Uribelarrea  
Lic. Verónica Porto

**COORDINACIÓN DE IMPRESIÓN:**

Lic. María Fernanda Martínez

**IMPRESIÓN:**

Chivilcoy Continuos

Memoria Técnica es una publicación anual de INTA, Estación Experimental Agropecuaria General Villegas. Se permite reproducción total o parcial de su contenido citando la fuente.

Estación Experimental Agropecuaria General Villegas  
San Martín 26, (B6230DCB) General Villegas, Buenos Aires, Argentina.  
Teléfonos: (03388) 422 515 | 423 816

   @inta\_villegas / @INTAGeneralVillegas

---



# EDITORIAL

El área de influencia de la Estación Experimental Agropecuaria General Villegas comprende aproximadamente 4,5 millones de has. Dentro de este territorio, donde habitan unas 250 mil personas, el 50 % de los suelos es de capacidad de uso II y III. Es decir, se trata de superficies con muy buena calidad de suelos para la agricultura y la ganadería.

La campaña 2022/2023 se caracterizó por el impacto de una feroz sequía que afectó negativamente los rendimientos de los principales cultivos agrícolas y forrajeros. El impacto de la Niña no fue solo en las precipitaciones sino también en los registros térmicos, con la ocurrencia de una helada temprana el 18 de febrero de 2023. La misma tuvo un impacto diferente según zona y cultivo, y también afectó a algunas de nuestras actividades. Sin embargo, esto no impidió avanzar en las distintas líneas de Investigación y Extensión.

En esta publicación se presentan trabajos de Producción Animal, con diferentes temas tales como nutrición animal; productividad y estabilidad de la producción forrajera; manejo de pasturas; calidad de agua para ganadería; y sanidad animal. En el caso de Producción Agrícola y Gestión Ambiental, hay trabajos que abordan manejo de cultivos; gestión ambiental en feedlot; cultivos de cobertura; agricultura por ambientes; y stock de carbono en secuencias agrícolas. A su vez, se sistematizaron diferentes experiencias que tienen que ver con la aplicación de tecnologías de producción en diferentes sistemas productivos; y otras, relacionadas con desarrollo territorial.

La Memoria Técnica, marca identitaria de nuestra Estación Experimental Agropecuaria, es siempre una oportunidad para reconocer el compromiso de los/as agentes de la institución, que llevan adelante los diversos trabajos con una enorme responsabilidad y vocación de servicio.

Por otra parte, quisiera dedicar esta edición a nuestro querido Néstor Sueiro, excompañero que está atravesando un delicado momento de salud.



A handwritten signature in black ink, which appears to read "Walter Miranda", is positioned above the printed name.

Ing. Agr. Walter MIRANDA  
Director EEA General Villegas (Int)  
MN 18251

# ÍNDICE

---

## PRODUCCIÓN ANIMAL

- 13** Efecto del procesamiento y la humedad del grano de maíz en dietas de terminación formuladas para cubrir las necesidades de proteína degradable en rumen sobre el desempeño de novillos en terminación
- 21** Enmiendas cálcicas y productividad de la secuencia maíz (*Zea mays*) silo / alfalfa (*Medicago sativa*. L.)
- 24** Estabilidad productiva de variedades de raigrás anual
- 25** Evaluación del efecto antihelmíntico de un extracto vegetal rico en taninos en bovinos en pastoreo
- 30** Alternativas de preparación y suministro de ración en recría de bovinos para carne
- 34** Interacción genotipo x ambiente y su asociación con variables climáticas en raigrás anual
- 36** Manejo del pastoreo de alfalfa durante fin de la primavera y verano
- 38** Microminerales en vaquillonas de tambos del partido de Trenque Lauquen
- 42** Monitoreo de calidad de agua para bebida animal en el partido de General Villegas
- 46** Producción acumulada y persistencia de alfalfas puras o consociadas con festuca
- 48** Producción forrajera estacional de cultivares de *Lolium multiflorum* lam en diferentes localidades
- 50** Relación entre el color, las características fisicoquímicas y la digestión ruminal in situ de la materia seca y de la proteína en granos de maíz de Argentina, Brasil y Estados Unidos
- 59** Situación de la eficacia antihelmíntica en recrias de tambo en el Noroeste de Buenos Aires

## PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y GESTIÓN AMBIENTAL

- 65** Aporte de espigas secundarias y macollos al rendimiento de maíz en ultra baja densidad
- 68** Rendimiento de trigo en respuesta al agregado de nitrógeno en un año Niña
- 71** Diferentes practicas en aplicación de nitrógeno en trigo
- 74** Efecto de manejo de densidad, genotipo y nitrógeno sobre la productividad de maíz
- 78** Estudio de infiltración y estratificación de propiedades químicas en suelo de corrales de feedlot
- 80** Evaluación de cultivos de cobertura con doble propósito
- 86** Guía para conocer el contenido nutricional del estiércol
- 91** Inclusión de cultivos de cobertura o de doble propósito en sistemas mixtos de producción
- 93** Impacto de la secuencia de cultivos sobre la infiltración de los suelos



**95** Optimizando la producción agrícola en el noroeste bonaerense: perspectivas en ambientación a nivel lote

**99** Producción de biomasa de maíz según genotipo y densidad de siembra

**102** Rendimientos de maíz y soja en diferentes rotaciones con cultivo de cobertura en suelos contrastantes

**106** Respuesta a la aplicación de estiércol apilado proveniente de feedlot sobre rotación trigo-soja-maíz-soja

**109** Stock de carbono en diferentes secuencias agrícolas de la pampa arenosa

**111** Análisis de diferentes tecnologías en la aplicación de nitrógeno en maíz tardío

## **SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS**

**117** Aplicación de purines de tambo en una rotación de la zona oeste de Buenos Aires

**121** Experiencias de capacitación en tecnologías de monitoreo satelital para estudiantes avanzados de centros educativos para la producción total (CEPT) en entornos rurales

**123** Dinámica de aguas subsuperficiales en el partido de General Villegas

**125** Evaluación de producción y oferta forrajera de diferentes mezclas de pasturas en el noroeste bonaerense

**128** Hilando estamos, taller de arte textil

**130** Emisiones de gases de efecto invernadero en tambos de la cuenca oeste bonaerense: evaluación de AgTech

**132** Evaluación de productividad en pasturas mezcla de especies

**135** Proyectos apícolas en articulación con instituciones, productores y estudiantes

**138** Red de mujeres rurales hilanderas del centro oeste bonaerense

**142** Relación producto-insumo en la lechería argentina. Panorama en los últimos 6 años

**145** Promoción de buenas prácticas para la reducción del uso de fitosanitarios

## **ESTUDIO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS Y RELEVAMIENTOS**

**151** Encuesta sobre instalaciones y prácticas de manejo en el partido de General Villegas



# PRODUCCIÓN ANIMAL





# EFFECTO DEL PROCESAMIENTO Y LA HUMEDAD DEL GRANO DE MAÍZ EN DIETAS DE TERMINACIÓN FORMULADAS PARA CUBRIR LAS NECESIDADES DE PROTEÍNA DEGRADABLE EN RUMEN SOBRE EL DESEMPEÑO DE NOVILLOS EN TERMINACIÓN

Lucas González<sup>1,2,3,\*</sup>; Sergio Viano<sup>2</sup>; Daniel Méndez<sup>2</sup> Gustavo Jaurena<sup>1</sup>; José Ignacio Arroquy<sup>4</sup>; Juan Elizalde<sup>5</sup>; Irene Ceconi<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Facultad de Agronomía - UBA <sup>2</sup>EAA INTA General Villegas <sup>3</sup>CONICET <sup>4</sup>EAA INTA Cesáreo Naredo

<sup>5</sup>Asesor privado [gonzalez.lucas@inta.gov.ar](mailto:gonzalez.lucas@inta.gov.ar)

## Palabras clave:

nitrógeno degradable en rumen, procesamientos del grano de maíz, terminación de novillos.

## INTRODUCCIÓN

El grano de maíz es el cereal más utilizado en la alimentación a corral de bovinos para carne debido a su elevado contenido de almidón que aporta energía y estructuras carbonadas para el crecimiento de la población microbiana ruminal y energía neta para ganancia de peso del huésped (Zinn et al., 2011; Owens & Basalan, 2013; Portela Santos et al., 2016). Diversos estudios (Owens et al., 1997; Zinn et al., 2011; Owens & Basalan, 2013) revisaron trabajos científicos donde se realizaron comparaciones directas entre tipos de procesamiento y/o niveles de humedad del grano de maíz, demostrando que ambos factores tienen un efecto positivo sobre la digestibilidad de la MS y del almidón del grano en particular y, por ende, sobre la productividad animal. Por otra parte, el contenido de proteína bruta (PB) del grano de maíz es bajo (8-11%; Larkins, 2019) en comparación al de otros cereales. Cuando la inclusión dietaria de éste es elevada (80% por ejemplo), la contribución al pool de PB de la dieta (11-12%) puede alcanzar valores del 60%. Debido a su estructura y composición, la degradabilidad ruminal de la PB del grano de maíz seco es relativamente baja y se estima cercana al 40% (Shain et al., 1998; NASEM, 2016). Por ello, y dado que el principal determinante de la demanda microbiana de proteína degradable en rumen (PDR) es la disponibilidad de carbohidratos fermentables en rumen, una elevada inclusión dietaria de grano de maíz puede resultar en un aumento de las necesidades microbianas de PDR y en un insuficiente suministro de esta última (Ceconi et al., 2015).

Al respecto, Cooper et al. (2002) declaró una mejora del 2,8% en eficiencia de conversión por efecto del procesamiento del grano de maíz cuando contrastó dietas de terminación a base de grano de maíz seco rolado respecto de dietas a base de grano de maíz húmedo rolado. Pero cuando los autores suplementaron PDR en las dietas a base de dichos procesamientos agregando un 1% de urea, observaron que la mejora en la eficiencia de conversión fue cuatro unidades porcentuales mayor respecto de no corregir ese potencial déficit. Sin embargo, los estudios incluidos en las revisiones sobre procesamiento antes mencionadas no contemplaron ajustes dietarios de PDR por una potencial mayor demanda de N a nivel ruminal provocadas por aumentos de la degradabilidad de la materia seca (MS) y del almidón del grano de maíz, como consecuencia de un mayor grado de procesamiento y/o contenido de humedad del grano.

Adicionalmente, los requerimientos microbianos de PDR (**reqPDR**) generados por dietas para terminación de novillos a base de grano de maíz húmedo entero (**GHE**), húmedo partido (**GHP**) y seco partido (**GSP**) provenientes de un híbrido semi-dentado local fueron establecidos mediante la asociación entre el desempeño animal y el contenido dietario de PDR por Romano et al. (2018) y González et al. (2020; 2021), respectivamente. Sin embargo, los reqPDR resultantes del consumo de raciones a base de grano seco entero (GSE) se desconocen, representando éste un vacío de información a atender, dado que la utilización de este tipo de grano es frecuente, principalmente en encierres de mediana a pequeña escala.

Los objetivos del presente estudio fueron: Experimento 1 - Estimar indirectamente los reqPDR generados por una dieta a base de GSE procedente de un maíz semi-dentado; Experimento 2 - Evaluar el efecto del procesamiento y del contenido de humedad del grano de maíz sobre el desempeño y la calidad de carcasa de novillos terminados a corral con dietas de terminación balanceadas para satisfacer las necesidades de PDR.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los procedimientos de cuidado y manejo de animales fueron aprobados por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales del INTA (CICUAE; protocolos #28-2021 y #29-2021). Los experimentos se realizaron entre mayo y noviembre del año 2021 en la Estación Experimental General Villegas del INTA, Buenos Aires, Argentina (-34.866242, -62.781375).

### Experimento 1 – Determinación de los requerimientos de PDR para GSE

Se utilizó el híbrido de maíz semi-dentado (*Zea mays* ssp. *Indentata*; ACA 496 RR MG; Asociación de Cooperativas Argentinas C.L.) para evaluar el efecto de la **Humedad** del grano en la cosecha, lo cual se tradujo en diferentes contenidos de humedad (granos en madurez fisiológica [i.e., granos húmedos; **GH**] o comercial [i.e., granos secos; **GS**]) y del **Procesamiento** (grano entero [**GE**] o partido [**GP**]) sobre la degradabilidad in situ de la MS (**DegMS**), de la MO (**DegMO**) y de la PB (**DegPB**) de muestras incubadas tal cual y sometidas previamente a una molienda grosera. A fin de establecer los reqPDR para dietas de terminación a base de GSE, se

establecieron ecuaciones de predicción que relacionaron las degradabilidades observadas con los reqPDR establecidos por Romano et al. (2018) y González et al. (2020; 2021) para GHE, GHP y GSP, respectivamente.

Los GH (32,4% de humedad [**H°**]) y los GS (10,7% de H°) se cosecharon de un mismo lote el 26/2 y el 3/5/2021, respectivamente. En cada fecha, se confeccionó 1 silo bolsa por Procesamiento (i.e., GE y GP). El 28/5/2021 se colectaron 4 muestras con calador por bolsón; cada punto fue coincidente con 1 de 4 acarrees del material durante el proceso de llenado de la bolsa. Los GH se congelaron y los GS se almacenaron a temperatura ambiente; posteriormente, ambos fueron sometidos a una simulación mecánica de la masticación por molienda durante 10 s en un molino Thomas-Wiley Nro. 4 equipado con una malla de 6,25 mm. Dos novillos con fistula crónica de rumen ( $858 \pm 7,1$  kg) y alojados en forma individual fueron adaptados durante 12 d a una dieta que, suministrada al 1,5% del peso vivo [**PV**], incluyó (en base seca) 53,2% de silaje de maíz, 40,0% de GSP, 5,0% de poroto de soja entero crudo, 0,3% de urea y 1,5% de núcleo vitamínico-mineral sin monensina. En cada bolsa de nylon (modelo R1020, Ankom, New York, EUA; 10 × 20 cm;  $50 \pm 10$   $\mu$ m porosidad) se colocaron 4 g de muestra (tal cual), se cerraron con precintos plásticos y se agruparon en bolsas reticuladas de tela para lavandería. Cada combinación de Humedad y Procesamiento se incubó durante 22 h, equivalente al 75% de la inversa de una tasa de pasaje de 3,44%.h<sup>-1</sup> (Shain et al., 1999) usando una bolsa Ankom por acarreo y por novillo en 2 eventos independientes separados por 48 h. En cada bolsa de lavandería, se incluyeron 16 bolsitas Ankom con muestras (4 combinaciones de Humedad y Procesamiento × 4 acarrees) más 2 bolsitas sin muestra que actuaron como blanco. Retiradas del rumen, las bolsas de red recibieron dos enjuagues consecutivos en baldes de 20 L con agua potable y luego las bolsas Ankom fueron sometidas a 5 ciclos de lavado de 1 min con agitación suave. Se abrieron, se lavaron suavemente debajo de la canilla, se dejaron escurrir y se secaron por 48 h a 60 °C. La fracción inmediatamente soluble (**FS**; partículas < 50  $\mu$ m), también conocida como Fracción A o tiempo cero, se determinó sumergiendo en agua (39 °C, 15 min) 1 bolsa Ankom por combinación de Humedad, Procesamiento y acarreo. Después fueron sometidas al mismo protocolo de lavado que las bolsas incubadas ruminalmente.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software SAS utilizando la interfaz SAS Studio a través de SAS On Demand for Academics (SAS Institute Inc., 2022). La unidad experimental fue la bolsa incubada in situ para la DegMS (n = 16), la bolsa lavada por acarreo para la FS (= 4) y los residuos compuestos por evento y animal para la DegPB (n = 4) y por animal para la DegMO (n = 2). Los datos se analizaron por PROC MIXED, según un diseño en bloques completos generalizados (DegMS y DegPB) o en bloques completos aleatoriza-

dos (DegMO y FS) con arreglo factorial de Humedad, Procesamiento y Humedad × Procesamiento (efectos fijos) y considerando efectos aleatorios al bloque y, si correspondió, al acarreo, al evento de incubación y a sus interacciones. El acarreo cuantificó la variación asociada al sector del lote cosechado y al factor humano y mecánico de la operatoria de maquinarias (tolvas, cracker-embolsadora). Los modelos de regresión lineal simple se ajustaron con PROC MIXED. Los reqPDR establecidos por Romano et al. (2018) y González et al. (2020; 2021) fueron el término dependiente y la degradabilidad observada de cada nutriente, la variable regresora. Similar a lo antes mencionado, se incluyeron como efectos aleatorios, el intercepto, el animal y, cuando correspondió, el evento de incubación y/o el acarreo.

### **Experimento 2 – Efecto del procesamiento y del contenido de humedad del grano de maíz sobre el desempeño de novillos terminados a corral**

Se evaluaron 4 raciones de terminación utilizando los granos contenidos en los bolsones de grano de maíz semi-dentado ensilado y procesado como GSE, GSP, GHE y GHP que fueron muestreados para ejecutar el Exp. 1. Las dietas se formularon para al menos satisfacer los reqPDR establecidos para GHE por Romano et al. (2018), para GHP y GSP por González et al., (2020 y 2021, respectivamente), y para GSE a partir del Exp. 1 del presente estudio. En todos los ensayos mencionados, se utilizó el mismo híbrido de maíz cultivado en la misma locación (EEA Gral. Villegas) y bajo las mismas prácticas culturales. Se contrastaron cuatro dietas (d) a base de GSE, GSP, GHE y GHP, que contuvieron 0,15, 0,20, 0,00 ó 0,00% de urea, respectivamente (GSEd, GSPd, GHEd y GHPd, respectivamente), la cual fue agregada para al menos alcanzar la concentración dietaria de PDR necesaria para satisfacer los reqPDR arriba mencionados (Tabla 1).

Ciento cuarenta y cuatro novillos Angus ( $356 \pm 2,7$  kg de PV inicial) fueron alojados de a 6 en 24 corrales experimentales de 6 × 60 m, se alimentaron una vez al día durante 84 días y se mantuvieron 16 h sin acceso a agua ni comida para registrar el PV inicial y final. El alimento se ofreció a las 09:00 h. Diariamente y antes de entregar la comida, se realizó una estimación visual de la cantidad de alimento rechazado y se ajustó la oferta utilizando la siguiente escala: score de 0 (sin remanente), 1 (migajas) o 2 (remanente mayor a migajas). El ajuste se realizó según lo descrito por Ceconi et al., (2022). Brevemente, se incrementó la oferta de alimento a razón de 0,5 kg.animal<sup>-1</sup> (tal cual) cuando se observó un score de 0 por dos días consecutivos o se mantuvo la cantidad ofrecida cuando el score fue de 1 o de 0 por sólo un día. Una vez cumplida la condición de dos días consecutivos de score 0, la contabilización de días será reiniciada. Cuando el score fue 2, se estimó visualmente la cantidad de kilogramos remanentes; si la misma fue menor o igual al 10% de la cantidad ofrecida el día anterior, la oferta del día se

**Tabla 1.** Composición y caracterización nutricional (DIVMS: digestibilidad in vitro de la MS, PB: proteína bruta; PDR: proteína degradable en rumen) y balance de PDR (balPDR) de dietas (d) a base de grano de maíz seco entero, seco partido, húmedo entero o húmedo partido con 0,15, 0,20, 0,00 o 0,00% de urea agregada para cubrir la demanda ruminal de PDR (GSEd, GSPd, GHEd y GHPd, respectivamente)

Ítem	Tratamientos			
	GSEd	GSPd	GHEd	GHPd
<i>Ingredientes, %MS</i>				
Silaje de sorgo	15,0	15,0	15,0	15,0
Grano de maíz seco entero	78,85	0,00	0,00	0,00
Grano de maíz seco partido	0,00	78,80	0,00	0,00
Grano de maíz húmedo entero	0,00	0,00	79,00	0,00
Grano de maíz húmedo partido	0,00	0,00	0,00	79,00
Poroto de soja crudo entero	4,0	4,0	4,0	4,0
Núcleo vitamínico-mineral <sup>1</sup>	2,0	2,0	2,0	2,0
Urea	0,15	0,20	0,00	0,00
<i>Caracterización</i>				
MS, %	72,6	72,4	60,2	60,1
MO, %MS	95,6	95,7	95,5	95,6
DIVMS <sup>2</sup> , %MS	90,1	90,6	91,7	91,7
PB <sup>3</sup> , %MS	11,9	12,1	12,1	12,0
PDR <sup>4</sup> , %MS	5,7	5,9	7,5	7,5
balPDR <sup>4</sup> , g.d <sup>-1</sup>	-240	-220	-60	-60

<sup>1</sup>Composición nutricional: 0,08% K, 35,20% Ca, 0,08% P, 0,15% Mg, 0,01% S, 2,00 ppm Co, 315 ppm Cu, 735 ppm Fe, 1728 ppm Mn, 4 ppm Se, 786 ppm Zn, 1500 ppm monensina, 110166 UI/kg Vit A, 15023 UI/kg Vit D y 1002 UI/kg Vit E (Santa Sylvina, Clason, Santa Fe);

<sup>2</sup>Medida luego de 30 h de incubación (incubador Daisyll; ANKOM, Macedon, NY) según Goering & Van Soest (1970).

<sup>3</sup>Analizada por el método de Kjeldahl (N total × 6,25);

<sup>4</sup>Estimado (NASEM, 2016; Nivel 1) utilizando el consumo de MS observado, la DIVMS como proxy del Total de Nutrientes Digestibles, la concentración de PB analizada de los ingredientes dietarios y valores de PDR de 40 y 60% para los granos de maíz secos y húmedos, respectivamente (Lardy et al., 1998; Beef Magazine, 2018). Los reqPDR utilizados para estimar el balPDR para dietas a base GSP, GHE y GHP, y GSE fueron: 6,0 (Romano et al., 2018), 6,8 y 7,0 (González et al. 2020; 2021) y 5,8% de la MS de la dieta (Exp. 1 del presente estudio), respectivamente.

redujo según el cálculo: Oferta del día = Oferta ayer – ½ remanente. Por el contrario, si el remanente fue superior al 10%, el mismo fue retirado del comedero, pesado y muestreado y la oferta del día fue igual a la cantidad de alimento ofrecida el día anterior. El suministro, es decir la cantidad de alimento que se agregó al comedero cada día, se determinó según el cálculo: Suministro del día = Oferta del día – remanente presente en el comedero. Una vez a la semana el rechazo fue recolectado, pesado y muestreado. El consumo de MS (**CMS**) se estimó como la diferencia entre la cantidad suministrada y la rechazada durante el período experimental. Además del PV, los d 1 y 84 también se registró el área de ojo de bife (**AOB**) y el espesor de grasa dorsal (**EGD**) por ultrasonografía. El d 87 los animales fueron faenados y se registró el peso de la carcasa caliente (PCC).

La energía neta (**EN**) proporcionada por cada tratamiento dietario fue calculada en base a la ecuación propuesta por Zinn & Shen (1998) a partir de los resultados de desempeño productivo. Los requerimientos de EN para ganancia de peso o energía retenida (**ER**) fueron calculados como  $ER = 0,0635 \times PVPV_{0,75} \times GDPV_{1,097}$  (NASEM, 2016) donde PVPV es el PV Promedio Vacío (PV desbastado promedio × 0,891) y la GDPV es la GDP vacía (GDP con desbaste × 0,956). Los requerimientos de EN para mantenimiento (**reqENm**) fueron calculados como  $reqENm = 0,077 \times PVP_{0,75}$  (Lofgreen & Garrett, 1968) donde PVP es el PV desbastado promedio. A partir de ER y reqENm, el contenido de EN para mantenimiento de cada dieta (**dietENm**) se obtuvo utilizando la ecuación cuadrática  $dietENm = [-b \pm (b^2 - 4ac)^{1/2}]/2c$ , donde  $a = -0,41 \times reqENm$ ,  $b = 0,877 \times$

reqENm + 0,41 × CMS + ER, and c = -0,877 × CMS (Zinn & Shen, 1998). El contenido de EN para ganancia de peso de cada dieta (**dietENg**) se obtuvo a partir de dietENg = 0,877 × dietENm - 0,41 (Zinn & Shen, 1998). Los datos se analizaron mediante PROC MIXED de SAS On Demand, según un diseño de bloques completos aleatorizados con 6 repeticiones (UE: corral). En el caso de las variables respuesta determinadas grupalmente (CMS, consumo de MS relativo al PV [CR], GDP:CMS, PCC: CMS y ENG), el modelo consideró como error experimental el efecto aleatorio del corral dentro de tratamiento; para variables determinadas individualmente (PV inicial y final, GDP, PCC, EGD final y AOB final), el modelo contempló como error experimental el efecto aleatorio del animal dentro de corral y tratamiento. El EGD y el AOB registrados el d 1 se utilizaron como covariables en el análisis de dichas variables registradas el d 84. Cuando el P del factor tratamiento fue menor o igual a 0,10, las medias se compararon con un test t a través de la opción pdiff de la sentencia LSMEANS. Los efectos fueron considerados significativos cuando  $P \leq 0,05$  y tendencias cuando  $0,05 < P \leq 0,10$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Experimento 1

Se observó una tendencia ( $P = 0,06$ ) a la interacción Humedad × Procesamiento para la FS, no siendo significativa ( $P \geq 0,30$ ) para las demás variables (Tabla 2). La FS fue 27% superior ( $P = 0,02$ ) en los GP respecto de los GE (34,7 vs. 27,4%) húmedos, mientras que fue similar ( $P = 0,94$ ) entre GP y GE (7,1 vs. 7,3%) cuando los granos fueron secos. La Humedad y el Procesamiento mejoraron ( $P \leq 0,02$ ) la desaparición ruminal de nutrientes, pero el impacto de la Humedad fue notablemente superior al del Procesamiento (86, 89 y 85% vs. 8, 8 y 5% de mejora para la DegMS, DegMO y DegPB, respectivamente, por anticipar la cosecha respecto de procesar los granos). De forma similar, Castro et al. (2019) reportaron que se produjo una mejora de 21% en la DegMS para el GS, mientras que, la DegMS fue similar para el GH reconstituido (GHPre; GS partido, rehidratado y ensilado) como consecuencia del procesamiento a 3 y 9 mm de un maíz flint (*Z. mays* ssp. Indentura; 43,3 vs. 35,9% y 84,9 vs. 82,7%, respectivamente).

Sin embargo, en dicho estudio, el efecto de la humedad (GS vs. GHPre con 40% de H°) mejoró un 111% (39,6 vs. 83,8%) la DegMS luego de 18 h de incubación Harrelson et al. (2009) y Luebbe et al. (2009) hallaron mejoras en la DegMS del GHP o del GHPre (28% de H°) en comparación con el GSP de 55 y 33% (60,8 vs. 39,2% y 64,4 vs. 48,5%, respectivamente). Luebbe et al. (2009) reportaron una DegPB 32% superior para el GHPre respecto al GSP (71,8 vs. 54,2%, respectivamente). Luego de 90 d de ensilaje, Benton et al. (2005a) informaron valores de DegPB de 64,7 y 75,1% para el GHP y el GHPre (30 y 35% de H°, respectivamente). A pesar del similar tratamiento de masticación y del mismo tiempo de incubación (22 h), las mayores degradabilidades absolutas de los GH halladas en nuestro estudio respecto a los trabajos estadounidenses podrían atribuirse al mayor contenido de humedad al momento de la cosecha y a la menor relación de muestra por área de bolsa (7,0 vs. 12,5 a 20,0 mg MS.cm<sup>-2</sup>). La mayor mejora relativa observada sobre la DegMS y la DegPB debida a la cosecha anticipada en comparación con los trabajos norteamericanos, podría deberse a la mayor dureza del ACA 496 RR MG respecto de los granos de maíces norteamericanos.

La DegMS (EEM: 3,28%), la DegMO (EEM: 3,28%) y la DegPB (EEM: 2,25%) fueron 39,8; 39,0 y 45,3% para el GSE, 44,0; 43,2 y 47,1% para el GSP, 75,6; 75,3 y 83,3% para el GHE y 80,5%; 80,2 y 87,3% para el GHP; respectivamente. En base al criterio de información de Akaike de los 3 modelos de regresión ajustados, el modelo más adecuado para estimar los reqPDR fue el que incluyó a la DegMS como variable regresora ( $P \leq 0,0487$ ; Tabla 3). La aproximación planteada es una simplificación de la determinación de los reqPDR, ya que éstos fueron estimados sólo a partir de la degradabilidad de los nutrientes cuando la bibliografía extensamente identifica varios otros factores determinantes.

Sin embargo, dicha aproximación permitiría obtener una estimación orientativa de los mismos. En este sentido, luego de reemplazar la DegMS de 39,8% informada a inicio de este párrafo en la ecuación presentada debajo, se pudieron establecer los reqPDR para dietas de terminación a base de GSE en 5,8%.

**Tabla 2.** Efecto de la Humedad (HUM; granos húmedos [GH] o granos secos [GS]) y del Procesamiento (PRO; entero [GE] vs. partido [GP]) del grano de maíz sobre la fracción soluble (FS) y la degradabilidad de la MS (DegMS), de la MO (DegMO) y de la PB (DegPB).

Ítem	HUM		PRO		EEM <sup>1</sup>	Valor-P		
	GH	GS	GP	GE		HUM	PRO	HUM × PRO
FS, %	31,1	7,2	20,9	17,3	1,91	<0,01	0,07	0,06
DegMS, %	78,0	41,9	62,3	57,7	3,74	<0,01	<0,01	0,75
DegMO, %	77,8	41,1	61,7	57,2	3,19	<0,01	0,02	0,75
DegPB, %	85,3	46,2	67,2	64,3	3,74	<0,01	0,02	0,30

<sup>1</sup>EEM: error estándar de la media para los efectos principales



**Tabla 3.** Modelos lineales simples que describen los requerimientos de proteína degradable en rumen (reqPDR, expresados como concentración dietaria de PDR) generados por dietas de terminación a base de grano de maíz seco partido, húmedo entero y húmedo partido en función de la degradabilidad de la MS (DegMS), de la MO (DegMO) y de la PB (DegPB) observada para los mismos.

Y	X	n <sup>1</sup>	Parámetros estimados		Modelo	
			Término lineal <sup>2</sup>	Intercepto <sup>2</sup>	Valor-P	AICC <sup>3</sup>
reqPDR	DegMS	48	0,025 (0,0014)	4,91 (0,123)	0,0343	-14,1
reqPDR	DegMO	6	0,027 (0,0021)	4,77 (0,169)	0,0487	18,8
reqPDR	DegPB	12	0,025 (0,0014)	4,79 (0,115)	0,0356	-2,3

<sup>1</sup>n: número de muestras; <sup>2</sup>Los valores entre paréntesis son el Error Estándar; <sup>3</sup>Criterio de Información Akaike corregido.

### Experimento 2

La GDP y el PCC aumentaron, mientras que el CMS disminuyó ( $P \leq 0,02$ ) desde los novillos alimentados con la dieta a base de GSE hasta los animales alimentados con dietas a base de GHP (Tabla 4). En consecuencia, los novillos alimentados con la dieta basada en GHP y 0% de urea se terminaron con mayor PV y fueron más eficientes ( $P \leq 0,02$ ) en la conversión de alimento a PV y a PCC en comparación con los novillos alimentados con cualquiera de las otras dietas. La relación GDP:C-MS mejoró ( $P < 0,01$ ) 5,1, 15,1 y 24,3% para los novillos

alimentados con GSPd, GHed o GHPd, respectivamente, en comparación con los novillos alimentados con GSEd. El aumento del 5,1% en la GDP:CMS observado en el presente estudio debido al suministro de dietas a base de GSP ajustadas según reqPDR fue coherente con lo comunicado por Pritchard & Bruns (2003), aunque contrastó con la falta de mejora en eficiencia de conversión comunicada por Secrist et al. (1996), Corona et al. (2005) y Gorocica-Buenfil & Loerch (2005) por procesar un GS de maíz. Del mismo modo, la mejora del 8,4% en la eficiencia de conversión debida al partido y

**Tabla 4.** Desempeño productivo (GDP: ganancia diaria de peso, CMS: consumo de materia seca, CR: CMS relativo al peso vivo [PV] medio y eficiencias de conversión expresadas como CMS:GDP, GDP:CMS o peso de carcasa caliente [PCC]: (CMS), energía neta dietaria para ganancia de peso (dietENG) y características de carcasa (PCC, rendimiento al gancho [PCC:PV final], espesor de grasa dorsal [EGD] final y área de ojo de bife [AOB] final), de novillos alimentados a corral con dietas (d) a base de grano de maíz seco entero con 0,15% de urea (GSEd), seco partido con 0,2% de urea (GSPd), húmedo entero y húmedo partido sin urea (GHed y GHPd, respectivamente).

Ítem	Tratamientos dietarios				EED <sup>2</sup>	Valor-P
	GSEd	GSPd	GHed	GHPd		
<i>Desempeño productivo</i>						
PV inicial, kg	358	359	354	354	2,7	0,22
PV final, kg	477 <sup>a, w</sup>	481 <sup>a, w</sup>	482 <sup>ab, w</sup>	490 <sup>b, x</sup>	4,5	0,02
GDP, kg	1,41 <sup>a</sup>	1,46 <sup>ab</sup>	1,52 <sup>b</sup>	1,61 <sup>c</sup>	0,045	<0,01
CMS, kg·d <sup>-1</sup>	10,6 <sup>a</sup>	10,4 <sup>a</sup>	9,9 <sup>b</sup>	9,7 <sup>b</sup>	0,18	<0,01
CR, %PV	2,53 <sup>a</sup>	2,48 <sup>a</sup>	2,38 <sup>b</sup>	2,30 <sup>c</sup>	0,038	<0,01
GDP:CMS, kg:kg	0,134 <sup>a, w</sup>	0,141 <sup>a, x</sup>	0,154 <sup>b, y</sup>	0,167 <sup>c, z</sup>	0,0035	<0,01
CMS:GDP, kg:kg	7,5	7,1	6,5	6,0	—	—
PCC:ΣCMS kg:kg	0,306 <sup>a, w</sup>	0,314 <sup>a, w</sup>	0,332 <sup>b, x</sup>	0,344 <sup>b, y</sup>	0,0062	<0,01
dietENG <sup>1</sup> , Mcal·kg de MS <sup>-1</sup>	1,14 <sup>a</sup>	1,20 <sup>b</sup>	1,30 <sup>c</sup>	1,41 <sup>d</sup>	0,025	<0,01
<i>Características de carcasa</i>						
PCC, kg	271 <sup>a, w</sup>	275 <sup>ab, wx</sup>	277 <sup>ab, xy</sup>	280 <sup>b, y</sup>	2,7	0,02
Rendimiento, %	56,9	57,1	57,5	57,1	0,29	0,50
EGD final, mm	8,1	8,7	8,9	8,7	0,39	0,28
AOB final, cm <sup>2</sup>	63,6	62,7	63,9	64,5	1,84	0,78

<sup>1</sup>dietENG calculada a partir de los resultados de desempeño productivo (Zinn & Shen, 1998).

EED: error estándar de las diferencias entre medias.

<sup>abcd</sup>Letras distintas indican diferencias ( $P \leq 0,05$ ).

<sup>wxyz</sup>Letras distintas indican diferencias ( $P \leq 0,10$ ).

ensilado de un GH de maíz coincidió con la comunicada por Stock et al. (1991; 8,4%), pero contrastó con la falta de efecto observada por Loerch & Fluharty (1998). Además, el aumento del 18,4% en la eficiencia alimenticia observado en los novillos alimentados con GHP en comparación con los alimentados con GSP, fue consistente con lo reportado por Jacovaci et al. (2021), pero mayor que lo indicado por (Scott et al., 2003; Benton et al., 2005b; Macken et al., 2006; Harrelson et al., 2009).

Finalmente, la eficiencia alimenticia aumentó 24,3% para los novillos alimentados con la GHPd respecto a aquellos que recibieron la GSEd, comparado con aumentos de 11,4 y 12,5% reportados por Vander Pol et al. (2008) y Scott et al. (2003), respectivamente, cuando los animales fueron alimentados con GSE vs. GHP sin ajustes por reqPDR en la dieta. En general, la mayor respuesta en eficiencia de conversión al procesamiento y al contenido de humedad del grano de maíz observada en el presente estudio en comparación con la literatura citada, podría estar relacionada con los rasgos de dureza del híbrido de maíz semi-dentado utilizado en nuestro estudio. En ese sentido, Macken et al. (2003) encontraron que la eficiencia alimenticia mejoró 3,5 o 9,5% debido al incremento en el contenido de humedad del grano de maíz en bovinos alimentados con un híbrido de maíz harinoso o vítreo, respectivamente. Del mismo modo, Dillon (2005) informó una mejora del 11% en la eficiencia alimenticia cuando se alimentó al ganado con GSP en lugar de GSE proveniente de un híbrido tipo flint, pero la autora no observó respuesta al procesamiento cuando se alimentó a los animales con un genotipo dentado. Los resultados de este experimento indican que la alimentación con dietas a base de GH de maíz sin la adición de urea produjo un aumento en la eficiencia de conversión en comparación con las dietas a base de GS de maíz que contuvieron urea.

## CONCLUSIONES

El impacto sobre la digestión ruminal a las 22 h de la MS y de la PB por anticipar la cosecha del cultivo de maíz (i.e., cosechar los granos con 32% de humedad) fue 11 y 17 veces superior, respectivamente, comparado con procesar los granos secos de un maíz semi-dentado local. Suministrar una concentración dietaria de 5,7% (en base seca) de proteína degradable en rumen sería suficiente para satisfacer la demanda microbiana de N generada por una ración de terminación a base de grano de maíz seco entero proveniente de un híbrido semi-dentado. La alimentación con grano de maíz húmedo en comparación con la utilización de grano de maíz seco condujo a un mejor desempeño animal y podría reducir los costos asociados a la adición de urea. La conveniencia de utilizar grano húmedo partido en lugar de grano húmedo entero dependerá del equilibrio entre la mejora del desempeño animal y el aumento de los costos de alimentación asociados al procesamiento del grano de maíz.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa Santa Sylvina S.A. por aportar el núcleo vitamínico-mineral, al Frigorífico Carnes Pampeanas S.A., por facilitarnos el trabajo durante la faena, al personal de campo y de laboratorio de la EEA Gral. Villegas y a la Asociación Cooperadora de la EEA por su apoyo y colaboración en la ejecución del presente estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Beef Magazine. 2018. 2018 feed composition tables. <https://www.beefmagazine.com/nutrition/2018-feed-composition-tables-use-mix-your-cattle-feed-rations?full=1> (último acceso: 12 de Julio de 2023).
- Benton, J.R.; Klopfenstein, T.J.; Erickson, G.E. 2005a. Effects of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibility and rumen degradable protein. *Nebraska Beef Cattle Reports* MP83:31-33.
- [https://digitalcommons.unl.edu/animalscinbc/151?utm\\_source=digitalcommons.unl.edu%2Fanimal-scinbc%2F151&utm\\_medium=PDF&utm\\_campaign=PDFCoverPages](https://digitalcommons.unl.edu/animalscinbc/151?utm_source=digitalcommons.unl.edu%2Fanimal-scinbc%2F151&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages)
- Benton, J.R.; Klopfenstein, T.J.; G. E. Erickson. 2005b. Effects of corn moisture and degradable intake protein concentration on finishing cattle performance. *Nebraska Beef Cattle Report* MP83:28-30.
- Beef Magazine. 2018. 2018 feed composition tables. <https://www.beefmagazine.com/nutrition/2018-feed-composition-tables-use-mix-your-cattle-feed-rations?full=1> (último acceso: 12 de Julio de 2023).
- Benton, J.R.; Klopfenstein, T.J.; Erickson, G.E. 2005a. Effects of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibility and rumen degradable protein. *Nebraska Beef Cattle Reports* MP83:31-33.
- [https://digitalcommons.unl.edu/animalscinbc/151?utm\\_source=digitalcommons.unl.edu%2Fanimal-scinbc%2F151&utm\\_medium=PDF&utm\\_campaign=PDFCoverPages](https://digitalcommons.unl.edu/animalscinbc/151?utm_source=digitalcommons.unl.edu%2Fanimal-scinbc%2F151&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages)
- Benton, J.R.; Klopfenstein, T.J.; G. E. Erickson. 2005b. Effects of corn moisture and degradable intake protein concentration on finishing cattle performance. *Nebraska Beef Cattle Report* MP83:28-30.
- [https://digitalcommons.unl.edu/animalscinbc/152?utm\\_source=digitalcommons.unl.edu%2Fanimal-scinbc%2F152&utm\\_medium=PDF&utm\\_campaign=PDFCoverPages](https://digitalcommons.unl.edu/animalscinbc/152?utm_source=digitalcommons.unl.edu%2Fanimal-scinbc%2F152&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages)
- Castro, L.P.; Pereira, M.N.; Dias, J.D.; Lage, D.V.; Barbosa, E.F.; Melo, R.P.; Ferreira, K.; Carvalho, J.T.R.; Cardoso, F.F.; Pereira, R.A. 2019. Lactation performance of dairy cows fed rehydrated and ensiled corn grain differing in particle size and proportion in the diet. *J. Dairy Sci.*, 102(11), 9857-9869. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16559>
- Ceconi, I.; Viano, S.A.; Méndez, D.G.; González, L.; Davies, P.; Elizalde, J.C.; Bressan, E.; Grandini, D.; Nagaraja, T.G.; Tedeschi, L.O. 2022. Combined use of monensin and virginiamycin to improve rumen and liver health and performance of feedlot-finished steers. *Transl.*

- Anim. Sci. 6:1–9. <https://doi.org/10.1093/tas/txac154>
- Ceconi, I.; Ruiz Moreno, M.J.; DiLorenzo, N.; DiCostanzo, A.; Crawford, G.I. 2015. Effect of urea inclusion in diets containing corn dried distillers grains on feedlot cattle performance, carcass characteristics, ruminal fermentation, total tract digestibility, and purine derivatives-to-creatinine index. *J. Anim. Sci.* 93:357–369. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8214>
  - Cooper, R.J.; Milton, C.T.; Klopfenstein, T.J.; Jordon, D.J. 2002. Effect of corn processing on degradable intake protein requirement of finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 80:242-247. <https://doi.org/10.2527/2002.801242x>
  - Corona, L.; Rodriguez, S.; Ware, R.A.; Zinn, R.A. 2005. Comparative effects of whole, ground, dry-rolled, and steam-flaked corn on digestion and growth performance in feedlot cattle. *Prof. Anim. Sci.* 21:200-206. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31203-1](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31203-1)
  - Dillon, A.; J.C. Elizalde. 2005. Efecto del genotipo y procesamiento del grano de maíz sobre la producción de carne de novillos alimentados a corral. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 25:27-28.
  - González, L.; Viano, S.; Davies, P.; Méndez, D.; Jaurena, G.; Arroquy, J.I.; Elizalde, J.; Ceconi, I. 2020. Requerimientos de nitrógeno degradable en rumen en novillos alimentados a corral con una dieta a base de grano de maíz húmedo partido. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol.40 Supl.1:369-404*, p.380. <http://www.aapa.org.ar/rapa/40/Suplemento2020.pdf>
  - González, L.; Viano, S.; Davies, P.; Méndez, D.; Jaurena, G.; Arroquy, J.I.; Elizalde, J.; Ceconi, I. 2021. Requerimientos de nitrógeno degradable en rumen en novillos alimentados a corral con dietas a base de grano de maíz seco partido. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol.41 Supl. 1:217-248*, p.229. <http://www.aapa.org.ar/rapa/41/1Supl2021.pdf>
  - Gorocica-Buenfil, M.A.; Loerch, S.C. 2005. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on the diet digestibility and feedlot performance. *J. Anim. Sci.* 83:705-714. <https://doi.org/10.2527/2005.833705x>
  - Goering, H.K.; Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, reagent, procedures, and some applications). *Agric. Handbook*, No. 379, ARS-USDA, Washington, DC.
  - Harrelson, F.W.; Luebbe, M.K.; Meyer, N.F.; Erickson, G.E.; Klopfenstein, T.J.; Jackson, D.S.; Fithian, W.A. 2009. Influence of corn hybrid and processing method on nutrient digestibility, finishing performance, and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 87:2323-2332. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1527>
  - Jacovaci, F.A.; Salvo, P.A.R.; Jobim, C.C.; Daniel, J.L.P. 2021. Effect of ensiling on the feeding value of flint corn grain for feedlot beef cattle: A meta-analysis. *Revista Brasileira de Zootecnia* 50:e20200111. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200111>
  - Lardy, G.; McCoy, R.; Shain, D.; Milton, T.; Brink, D.R.; Klopfenstein, T.J. 1998. Use of the NRC model for predicting nutrient balances of finishing cattle. En: *Nebraska Beef Cattle Reports*. University of Nebraska, Lincoln, NE. p.80–83.
  - Larkins, B.A. 2019. Chapter 12: Proteins of the Kernel. In: *Corn: chemistry and technology*. Serna-Saldivar, S.O. (Ed.). Third Edition. AACC International Press. pp. 319-336. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00011-1>
  - Loerch, S.C.; Fluharty, F.L. 1998. Effects of corn processing, dietary roughage level, and timing of roughage inclusion on performance of feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 76:681-685. <https://doi.org/10.2527/1998.763681x>
  - Lofgreen, G.P.; Garrett, W.N. 1968. A System for Expressing Net Energy Requirements and Feed Values for Growing and Finishing Beef Cattle. *J. Anim. Sci.* 27(3): p.793-806. <https://doi.org/10.2527/jas1968.273793x>
  - Luebbe, M.K.; Erickson, G.E.; Klopfenstein, T.J.; Fithian, W.A. 2009. Influence of Corn Hybrid Traits and Processing Method on Nutrient Digestibility. *Prof. Anim. Sci.* 25:496–509. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30737-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30737-3)
  - Macken, C.N.; Erickson, G.; Milton, T.; Klopfenstein, T.; Block, H. 2003. Effects of starch endosperm type and corn processing method on feedlot performance, nutrient digestibility, and ruminal fermentation of high-grain diets. *Nebraska Beef Cattle Report MP80A:32-34*.
  - Macken, C.N.; Erickson, G.E.; Klopfenstein, T.J.; Stock, R.A. 2006. Effects of corn processing method and protein concentration in finishing diets containing wet corn gluten feed on cattle performance. *Prof. Anim. Sci.*, 22:14-22. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31056-1](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31056-1)
  - NASEM (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine). 2016. *Nutrient requirements of beef cattle*, 8th rev. ed. National Academics Press. Washington, DC. <https://doi.org/10.17226/19014>
  - Owens, F.N.; Secrist, D.S.; Jeff Hill, W.; Gill, D.R. 1997. The Effect of Grain Source and Grain Processing on Performance of Feedlot Cattle: A Review. *J. Anim. Sci.* 75:868–879. <https://doi.org/10.2527/1997.753868x>
  - Owens, F.N.; Basalan, M. 2013. Grain processing: gain and efficiency responses by feedlot cattle. In: *Proc. of Plains Nutrition Council Spring Conf.* San Antonio, TX. pp.76-100. <http://amarillo.tamu.edu/files/2010/10/2013-proceedings.pdf>
  - Portela Santos, F.A.; da Silva Marques, R.; Rebouças Dórea, J.R. 2016. Chapter 8: Grain Processing for Beef Cattle. In: Millen, D.D., Arrigoni, M.D.B., and Pacheco, R.D.L. (Eds.). *Rumenology*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing. pp. 213-241. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-30533-2>
  - Pritchard, R.H.; Bruns, K.W. 2003. Feeding Value of Rolled and Whole Shelled Waxy Corn in Finishing Diets. *South Dakota Beef Report*. 2003-12.
  - Romano, Y.; Ferreyra, S.; Davies, P.; Méndez, D.; Elizalde, J.C.; Ceconi, I. 2018. Requerimientos de nitrógeno degradable en rumen generados por el consumo de una dieta a base de grano de maíz húmedo entero para terminación de novillos a corral. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol.38 Supl.1:313-384*, p.333. <http://aapa.org.ar/rapa/38/supl2018completo.pdf>
  - SAS Institute Inc. 2022. *SAS On Demand for Academic*

mics. Cary (NC): SAS Institute Inc.

- Scott, T.L.; Milton, C.T.; Erickson, G.E.; Klopfenstein, T.J.; Stock, R.A. 2003. Corn processing method in finishing diets containing wet corn gluten feed. *J. Anim. Sci.* 81:3182-3190. <https://doi.org/10.2527/2003.81123182x>
- Secrist, D.S.; Hill, W.J.; Owens, F.N.; Gill, D.R.; Welty, S.D. 1996. Rolled or whole corn for feedlot steers being limit or ad libitum-fed. *Anim. Sci. Res. Rep.* 173. Oklahoma State University.
- Shain, D.H.; Stock, R.A.; Klopfenstein, T.J.; Herold, D.W. 1999. The effect of forage source and particle size on finishing yearling steer performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 77:1082-1092. <https://doi.org/10.2527/1999.7751082x>
- Vander Pol, K.J.; Greenquist, M.A.; Erickson, G.E.; Klopfenstein, T.J.; Robb, T. 2008. Effect of corn processing in finishing diets containing wet distillers grains on feedlot performance and carcass characteristics of finishing steers. *Prof. Anim. Sci.* 24(5), 439-444. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30886-X](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30886-X)
- Zinn R.A.; Barreras, A.; Corona, L.; Owens, F.N.; Plascencia, A. 2011. Comparative effects of processing methods on the feeding value of maize in feedlot cattle. *Nutr. Res. Rev.* 24:183-190. <https://doi.org/10.1017/S0954422411000096>
- Zinn, R.A.; Shen, Y. 1998. An Evaluation of Ruminally Degradable Intake Protein and Metabolizable Amino Acid Requirements of Feedlot Calves. En: *Journal of Animal Science.* 76(5): p.1280-1289. <https://doi.org/10.2527/1998.7651280x>

\*Trabajos presentados en el 45° Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal (virtual; 16 al 18/11/2022; Experimento 1) y en el Annual Meeting de la American Society of Animal Science (26 al 30/6/2022; OK, USA; Experimento 2),

# ENMIENDAS CÁLCICAS Y PRODUCTIVIDAD DE LA SECUENCIA MAÍZ (Zea Mays) SILO / ALFALFA (Medicago sativa. L.)

Cecilia Sardiña<sup>1</sup> y Emilia López Seco<sup>2</sup> - <sup>1</sup>EEA General Villegas - <sup>2</sup>AER INTA Lincoln  
[sardinia.cecilia@inta.gob.ar](mailto:sardinia.cecilia@inta.gob.ar)

**Palabras clave:**  
enmiendas, producción, alfalfa, maíz.

## INTRODUCCIÓN

La intensificación de la producción ganadera, el aumento productivo de los cultivos y el uso cada vez mayor de recursos destinados a reservas o corte y acarreo en corrales, genera una alta exportación de nutrientes que, con una baja reposición de los mismos, particularmente los de naturaleza básica (K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup>), caracterizados, además, por carecer de reposición natural, trae aparejado la desprovisión y desbalance nutricional de los cultivos, acelerando el proceso de acidificación edáfica (Vázquez, 2005).

Para alcanzar los altos potenciales productivos de las nuevas variedades de alfalfa se necesita, entre otros, una adecuada nutrición de los suelos y un rango de pH óptimo para la especie (entre 6,0 y 6,5), a la vez que porcentajes de saturación superiores al 80% (Morón, 2000). La alfalfa requiere aproximadamente 12 kg de Ca, 2,8 kg de P y 3,8 kg de S por tonelada de materia seca (**MS**) producida (Díaz-Zorita & Gambaudo, 2007). Deficiencias de estos nutrientes pueden limitar la producción del cultivo. La acidificación puede limitar también la actividad de los rizobios del suelo, disminuyendo la cantidad de N fijado (Racca & González, 2007). Durante muestreos realizados en establecimientos lecheros comerciales de la cuenca Oeste bonaerense se observó un impacto en los niveles de calcio en lotes de producción, tendiendo a disminuir en el tiempo (Lopez Seco et al., 2018). Estos problemas pueden ser tratados con enmiendas básicas (Bachiega Zambrosi et al., 2007).

El objetivo del trabajo fue cuantificar el impacto de la aplicación de distintas enmiendas básicas sobre la producción de materia seca de la secuencia, maíz para silo/pastura base alfalfa (por temporada y acumulada, en dos años de evaluación).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la EEA INTA General Villegas, sobre una secuencia maíz silo/pastura base alfalfa, en un suelo Hapludol típico, con valores de fósforo de 9,4 ppm, 1,53% de materia orgánica, 5,8 de pH y 0,2 ds m<sup>-1</sup> de conductividad eléctrica. El maíz se sembró a razón de 65000 pl ha<sup>-1</sup>, el 19 de noviembre de 2019. Al momento de la siembra se fertilizó con 80 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamónico (11-52-0) y 200 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triple (0-46-0). Entre los estadios V4 y V6 se fertilizó con urea al voleo, para alcanzar la dosis objetivo de 120 kg ha<sup>-1</sup> N total, contabilizando el N del suelo. La pastura estuvo compuesta por alfalfa grupo 6 consociada con festuca mediterránea, sembrada el día 4 de abril de 2020, a 17,5 cm entre hileras, intercalando las especies surco por

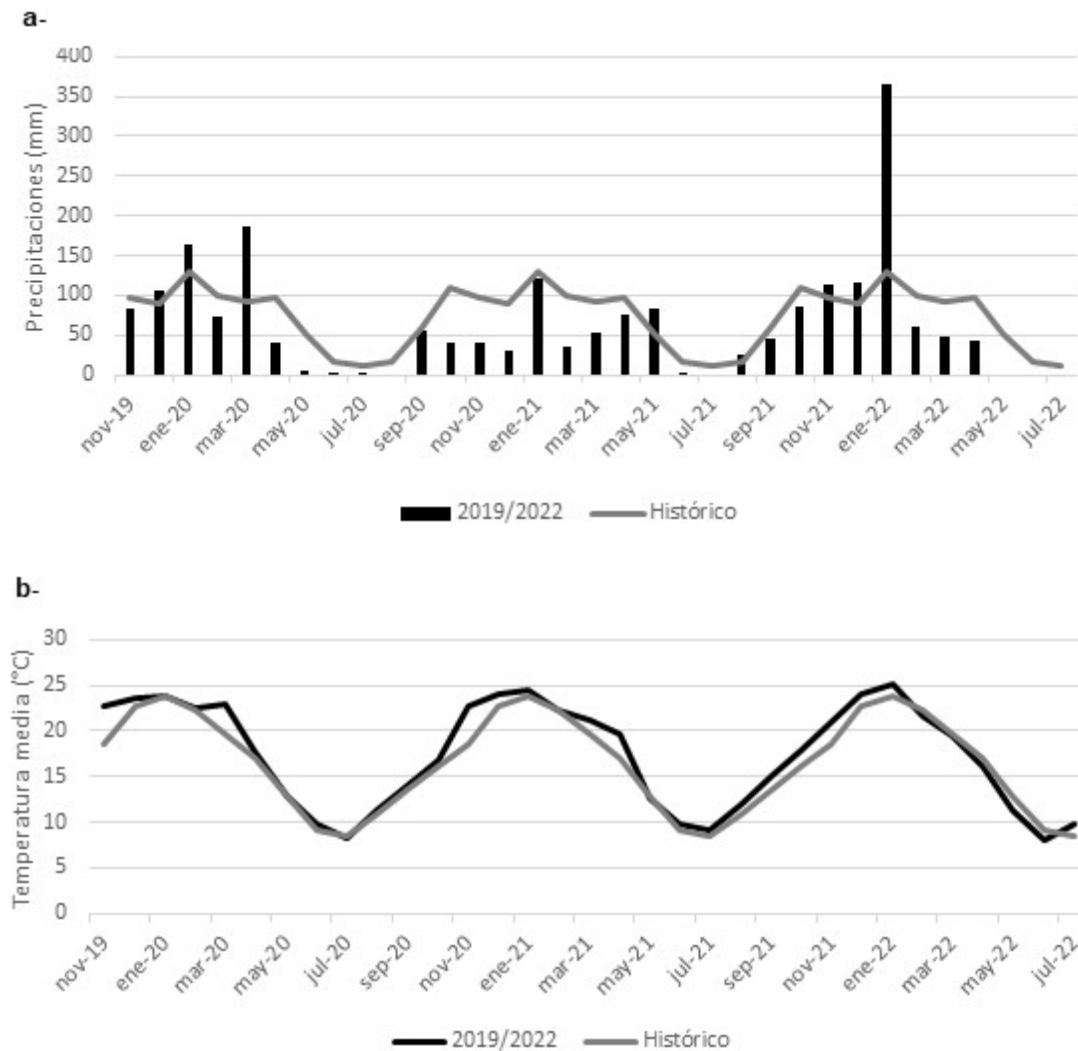
medio, con sembradora Apache 5000. La densidad de siembra fue de 12 kg ha<sup>-1</sup> de alfalfa y 6 kg ha<sup>-1</sup> de festuca con una fertilización base de 200 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triple (0-46-0). Se aplicó en total 2000 kg ha<sup>-1</sup> de cada una de las enmiendas cálcicas evaluadas, fraccionadas en dos momentos, mitad antes de la siembra del maíz y la otra mitad el día de la siembra de la pastura. incorporándolas al suelo a través de rastra de disco. Los tratamientos evaluados fueron: Testigo (**T**; sin enmienda); Full Sulfomag (**FULL**; S 12.6% - CaO 25% - MgO 10.5%); Fertical (**Fer**; CaO 42%); Dolomita (**DOL**; CaO 24%- MgO 22%) y Yeso agrícola granular (**YAG**; S 18% - CaO 32%). Se evaluó producción de materia (PMS) seca del maíz para silo y PMS de la pastura durante dos temporadas (2020/21 y 2021/22) y el acumulado de ambas, siendo el tamaño de parcelas de 29,12 m<sup>2</sup>. Para la determinación de la PMS del maíz para silo se cosecharon de manera aleatoria dos metros de surco de planta entera, con dos repeticiones por tratamiento. Para la PMS acumulada de la pastura por temporada y total se realizaron cortes cada aproximadamente 450 grados días acumulados (GDA) con motosegadora de 1 m de ancho, realizando un muestreo por parcela de 3 m de largo (3 m<sup>2</sup>), por encima de 5 cm de altura. En ambos cultivos se tomaron muestras y se llevaron al laboratorio para determinación de materia seca, donde se sometieron a un proceso de secado en estufa (100°C) hasta alcanzar peso constante. El diseño fue en bloques completos al azar con 3 repeticiones y se realizó un análisis de varianza para las variables estudiadas. Las medias se compararon utilizando el test DGC (InfoStat, 2020) con un nivel de significancia del 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las precipitaciones recibidas entre la siembra y cosecha del cultivo de maíz fueron un 20% mayores que para el registro histórico (614 vs 511 mm). Durante el año de implantación de la pastura, las lluvias acumuladas comenzaron a ser menores a los registros históricos (640,8 vs 872,5 mm), siendo muy escasas o nulas durante el invierno 2020. Durante el primer año de evaluación (septiembre 2020-mayo 2021) las precipitaciones fueron el 65% del registro histórico para el mismo período (535,9 vs 827,6 mm). Durante el segundo año de evaluación, las precipitaciones acumuladas resultaron mayores al histórico (832,9 vs 797,2 mm), pero muy concentradas durante primavera-verano, con lluvias en enero 2022 que superaron en más del doble a los registros históricos (365,7 vs 130,58 mm). Durante el otoño e invierno 2022

las lluvias volvieron a ser muy escasas (Figura 1a). Respecto a las temperaturas, tanto durante el período del cultivo de maíz, como en el período de implantación y de evaluación de la pastura, las mismas fueron en promedio mayores a los registros históricos (Figura 1b).

promedio  $18387 \pm 261$  kg MS ha<sup>-1</sup>. Analizando la PMS acumulada de los dos años (Figura 2c) se encuentran diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0,03$ ) siendo, al igual que el primer año, las diferencias entre las distintas enmiendas no significativas entre ellas



**Figura 1.** Precipitaciones mensuales (a-) y temperaturas medias mensuales (b-) durante enero 2020 a julio 2022 y promedio histórico para el mismo período (2012-2022). Valores registrados por la estación meteorológica del INTA EEA General Villegas.

La PMS del cultivo de maíz para silo no mostró diferencias significativas en la producción total entre tratamientos, mostrando un rango de  $24537 \pm 2091$  kg MS ha<sup>-1</sup> (FSM) a  $31244 \pm 4422$  kg MS ha<sup>-1</sup> (YAG).

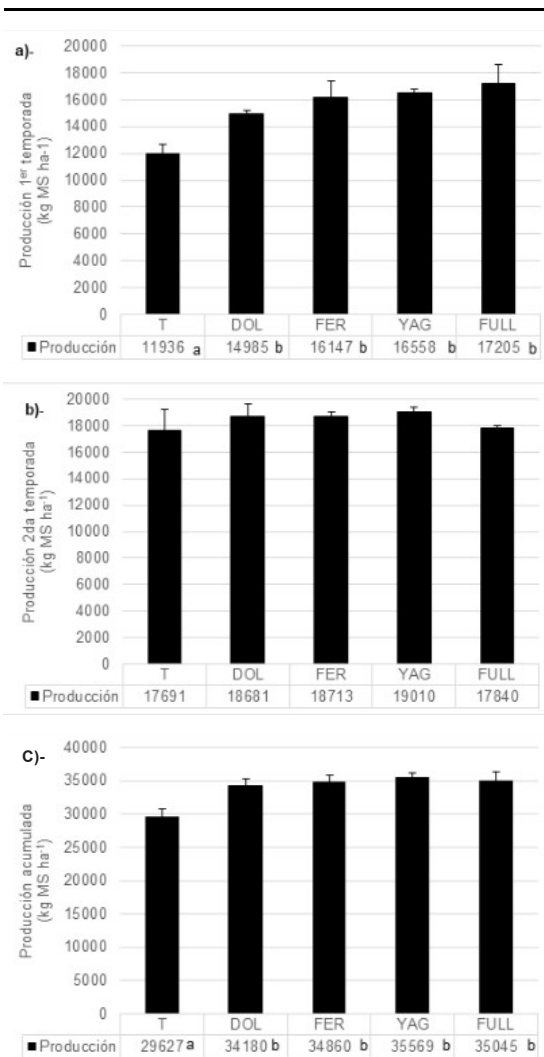
La PMS acumulada de la pastura durante el primer año de evaluación (Figura 2a) mostró diferencias significativas ( $p = 0,04$ ) entre tratamientos, resultando el testigo el menos productivo ( $11936 \pm 762$  kg MS ha<sup>-1</sup>). El resto de los tratamientos no se diferenciaron significativamente ( $p > 0,05$ ) alcanzando, en promedio, una producción acumulada de  $16224 \pm 467$  kg MS ha<sup>-1</sup>.

Durante la segunda temporada de evaluación (Figura 2b) no se encuentran diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0,71$ ), alcanzando el segundo año en

( $p > 0,05$ ), pero superiores a la producción alcanzada por T en un 18%.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo, las enmiendas evaluadas mostraron efectos positivos en la producción de pasturas durante el primer año, evidenciando la importancia de un suministro adecuado de calcio para el desarrollo vegetativo. Sin embargo, no se observaron efectos notables en el rendimiento del maíz para silo, cultivo antecesor a las pasturas. Este resultado sugiere que la respuesta a la enmienda cálcica puede variar entre diferentes tipos de cultivos y resultan claves los tiempos de aplicación, resaltando la complejidad de los mecanismos de interac-



**Figura 2.** Producción de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>) para la primera (a-) y segunda (b-) temporada y para el acumulado (c-) de los dos años en cada tratamiento: Testigo (T; sin enmienda); Full Sulfomag (FULL; S 12.6% - CaO 25% - MgO 10.5%); Fertilal (Fer; CaO 42%); Dolomita (DOL; CaO 24%- MgO 22%) y Yeso agrícola granular (YAG; S 18% - CaO 32%). Letras diferentes indican diferencias significativas (p < 0,05)

ción suelo-planta en este tipo de fertilización. Se destaca la importancia de la incorporación al suelo después de la aplicación, ya que esta acción contribuye a maximizar la interacción entre las enmiendas y el suelo, mejorando así su impacto positivo. Dado que las enmiendas implican la manipulación de grandes volúmenes de productos, se hace hincapié en la necesidad de una distribución precisa y uniforme en la parcela, lograda a través de la regulación precisa de la maquinaria utilizada.

## BIBLIOGRAFÍA

● Bachiega Zambrosi F.C.; Ferracciú Alleoni, L. R. y Fávero, E. 2007. Teores de aluminio trocável após calagem e gessagem em Lotosolo sob plantio direto. *Bragantia* 66 (3): 487-495.

- Díaz-Zorita, M. y Gambaudo, S. 2007. Fertilización y encalado en alfalfa. En: *El cultivo de la alfalfa en la Argentina*. Ed: Basigalup, D.H.. Buenos Aires: INTA. Cap. 11. p 227-246. (ISBN 978-987-521-242-8).
- Di Rienzo J.A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; Gonzalez L.; Tablada M.; Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Lopez Seco, E., Maekawa, M., Barraco, M., Demateis, F. 2018. Rotaciones intensivas en tambos del noroeste bonaerense. Memoria técnica INTA General Villegas 2017-2018.
- Morón, A. 2000. Alfalfa: fertilidad de suelos y estado nutricional en sistemas agropecuarios de Uruguay. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 8: 1-6
- Racca, R. y González, N. 2007. Nutrición nitrogenada de la alfalfa e impacto de la fijación biológica del nitrógeno. En: *El cultivo de la alfalfa en la Argentina*. Ed: Basigalup, D.H.. Buenos Aires: INTA. Cap. 4. p 67-79. (ISBN 978-987-521-242-8)
- Vázquez, M. 2005. Calcio y Magnesio del suelo. Encalado y enyesado. Cap. 8: 161-185. En *Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos*. Echeverría H., García F. (Eds). INTA, Buenos Aires, Argentina. 525 p.

## ESTABILIDAD PRODUCTIVA DE VARIEDADES DE RAIGRÁS ANUAL

Daniel Méndez<sup>1\*</sup>, Karina Frigerio<sup>2</sup>, María Ruiz<sup>3</sup>, Laura Fontana<sup>3</sup>, Luis Romero<sup>4</sup>, Pablo Barbera<sup>5</sup>, Alejo Ré<sup>6</sup>, Agustín González<sup>7</sup>, Gonzalo Pérez<sup>8</sup>, Juan José Gallego<sup>9</sup>, Fernanda Neira Zilli<sup>9</sup>, José Otondo<sup>10</sup>, Mariano Cicchino<sup>10</sup>, Matías Bailleres<sup>10</sup>, Esteban Melani<sup>10</sup> y Juan Mattera<sup>11</sup>  
EEA's INTA <sup>1</sup>Gral. Villegas, <sup>2</sup>San Luis, <sup>3</sup>Anguil, <sup>4</sup>Rafaela,

<sup>5</sup>Mercedes (Ctes.), <sup>6</sup>Concepción del Uruguay, <sup>7</sup>Viedma, y <sup>9</sup>Pergamino. AER's INTA <sup>8</sup>Chascomús.

[mendez.daniel@inta.gov.ar](mailto:mendez.daniel@inta.gov.ar)

### Palabras clave:

raigrás anual, ploidía, productividad.

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento del ambiente productivo y la caracterización del comportamiento de los genotipos en forma integrada, contribuirá a una mejor comprensión de la productividad media de los distintos genotipos y probables variaciones (estabilidad) de la misma, constituyendo una información básica para reducir el error al momento de concretar la selección de variedades de raigrás anual. El objetivo de este trabajo fue analizar la estabilidad productiva de variedades de raigrás anual evaluadas en la Red Nacional de INTA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la información de biomasa total acumulada anual (kg MS ha<sup>-1</sup>) para conocer la distribución de 14 variedades de raigrás anual (*Lolium multiflorum*) comerciales (5 diploides (d) y 9 tetraploides (t)). El experimento se implantó en 2022 en suelos ganaderos representativos en Anguil (**ANG**), Rafaela (**RAF**), Concepción del Uruguay (**CON**), Gral. Villegas (**VIL**), Chascomús (CHA), Mercedes (Corrientes; **MER**) y Pergamino (**PER**) en secano y Viedma (**VDM**) con riego. Se analizó la acumulación por estación y total del ciclo en relación a la ploidía y a las localidades mediante ANAVA. La producción acumulada se define como la suma de los cortes en las estaciones definidas: otoño (**OTO**; hasta el 21/06), invierno (**INV**; hasta el 21/09) y primavera (**PRIM**, hasta el 30/10) y la **TOTAL**, suma de las tres estaciones. La estabilidad productiva se define como el aporte a la interacción genotipo×localidad, con respecto al promedio de acumulación total, de cultivares y ploidía. La estabilidad se evaluó con F de Snedecor ( $p < 0,05$ ). Los cultivares que presentaron mayores índices de aporte a la interacción se consideraron menos estables y viceversa.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante INV sólo hubo diferencias significativas entre ploidías en las localidades de MER, VIL y BOR y en PRIM en BOL y BOR. Los materiales tetraploides produjeron mayor materia seca (**MS**) que los diploides. Para el total del ciclo, en BOL se presentaron las diferencias entre ploidías. En la Figura 1 se forman cuatro cuadrantes: el superior derecho, materiales más productivos (MAX, BMAX, CAM y DIN) y que presentaron menor estabilidad, o sea un mayor aporte a la interacción. De los cultivares con producción media menor al promedio general (cuadrante inferior derecho), resultaron cuatro tetraploi-

des (GIA, BAR, MAG y WST) y uno diploide (RAP), con un mayor aporte a la interacción genotipo ambiente. Por otro lado, en el cuadrante inferior izquierdo, los cultivares más estables, ubicados a la izquierda del punto de corte, son NER y CAM (d), con menor producción que la media general. Por otro lado, CAT (d) y SAN (t) con producciones más altas que la media general y con mayor estabilidad y menores aportes a la interacción genotipo×ambiente.

## CONCLUSIONES

Los resultados sugieren la existencia de una amplia variabilidad productiva de los cultivares entre localidades y la manifestación de la ploidía de acuerdo a la localidad y la estación.

## AGRADECIMIENTOS

Se destaca la vinculación con la Cámara de Semilleras (Bolsa de Cereales Buenos Aires) que ha prestado una significativa colaboración en la definición de los materiales así como también para la realización de los ensayos.



**Figura 1.** Aporte a la interacción de materiales diploides (d) y tetraploides (t) para la variable producción total en el ciclo 2022 de la RED de raigrás. Los participantes fueron Maximus (MAX), Bill Max (BILM), Durango (DUR), Don Gianni (GIA), Don Dino (DIN), Tibet (TIB), BAR HQ (BHQ), Ribeye (RIB), Winter Star II (WIN) y Camaro (CAM).



# EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIHELMÍNTICO DE UN EXTRACTO VEGETAL RICO EN TANINOS EN BOVINOS EN PASTOREO

Miguel Buffarini<sup>1</sup>, Cantón Candela<sup>2</sup>, Victoria Miró<sup>2</sup>, Adrián Lifschitz<sup>2</sup>, Fernanda Monsalve<sup>3</sup>, Paola Cuadrado<sup>3</sup>, Naia Ruf<sup>3</sup>, Nicolas Roth<sup>3</sup> - <sup>1</sup>EEA INTA General Villegas  
<sup>2</sup>CIVETAN Centro de Investigación Veterinaria de Tandil  
<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNLPam.

General Pico  
[buffarini.miguel@inta.gov.ar](mailto:buffarini.miguel@inta.gov.ar)

**Palabras clave:**  
resistencia, tanino, antiparasitario, bovino, ostertagia.

## INTRODUCCIÓN

Las infecciones por nematodos gastrointestinales (NGI) son una gran amenaza para la producción, la salud y el bienestar de los bovinos de las principales áreas ganaderas de Argentina y el mundo (Suárez et al., 2013; Descarga, 2019; Charlier et al., 2015). El control de estos parásitos helmintos basados casi exclusivamente en el uso estratégico o táctico de fármacos antihelmínticos químicos ha demostrado no ser sustentable (Suárez et al., 2011). El creciente desarrollo y difusión de la resistencia antihelmíntica en los nematodos presentes en la actualidad, impone la necesidad de explorar y validar nuevas alternativas para un control más sostenible. Una de las estrategias evaluadas para atacar esta problemática es el control basado en sustancias antihelmínticas no convencionales (compuestos vegetales o minerales). Se han estudiado plantas y forrajes con propiedades antiparasitarias naturales que pueden desempeñar un papel en los sistemas ganaderos (Waller & Thamsborg, 2004). Varios forrajes que contienen taninos, en particular aquellos con taninos condensados (TC), han mostrado actividad antihelmíntica contra los nematodos gastrointestinales de ovejas y cabras (Hoste et al., 2006). Aunque algunos efectos de los TC sobre los nematodos pueden ser indirectos debido a los beneficios nutricionales (Niezen et al., 1995), hay evidencia sustancial que apunta a los efectos antihelmínticos directos de los TC sobre los nematodos en ambas especies (Athanasiadou et al., 2000; Athanasiadou et al., 2001; Paolini et al., 2003). Varios ensayos in vitro demostraron la influencia de los TC en distintas etapas de la epidemiología parasitaria tal como: sobre la población adulta de *Trichostrongylus colubriformis* (Athanasiadou et al., 2000), en la reducción de la eclosión de huevos y el desarrollo larvario en *T. colubriformis* (Molan et al., 2002), en la inhibición de la migración de larvas infectantes (L3) de *Haemonchus contortus* y *T. colubriformis* (Molan et al., 2002; Barrau et al., 2005) y en el retraso o inhibición completa del desvainado de L3 de *H. contortus* y *T. colubriformis* (Brunet et al., 2007; Alonso-Díaz et al., 2008). Los taninos pueden formar complejos con las proteínas de la cutícula de los parásitos y alterar sus funciones (Beserra et al., 2011). A pesar de que la información acerca de la actividad antihelmíntica de los TC sobre los nematodos de bovinos es escasa, se han realizado ensayos que confirman el valor potencial de forrajes ricos en taninos con un alto porcentaje de prodelfinidinas en el control de *Ostertagia ostertagi* (Desrués et al., 2016).

Evaluaciones in vivo de taninos agregados en el alimento (Mederos et al., 2013; Corona-Palazuelos et al., 2016) o agua de bebida (Chiatellino et al., 2020) han demostrado efectos parasitológicos y productivos. El empleo de dosis bajas (4 y 8 g/kg Ms) de un extracto vegetal rico en taninos suplementado con una dieta base de silo de maíz no lograron modificar los conteos de huevos de nematodos gastrointestinales de materia fecal (HPG) ni mejorar la productividad en terneros de recría (Buffarini et al., 2021). Dosis más altas del mismo extracto (20g/kg Ms) lograron eficacias de cercanas al 60% en confinamiento (Buffarini 2022, datos sin publicar).

El aumento de la resistencia antihelmíntica (Cristel et al., 2017), el impacto de los antiparasitarios sobre el medio ambiente (Pérez-Cogollo et al., 2018) y la presencia de residuos en los productos de origen animal (OMS, 2000) están impulsando la necesidad de incorporar herramientas alternativas de control para reducir la dependencia actual casi exclusiva de los antiparasitarios. Esta nueva era en el control de los parásitos gastrointestinales requiere un nuevo paradigma: lograr un control suficiente para reducir el impacto negativo de las infecciones por NGI permitiendo un nivel óptimo de producción, salud y bienestar animal. El empleo del diagnóstico y de buenas prácticas (Buffarini, 2020) con la integración de herramientas alternativas de control parecen ser un requisito necesario para el control sustentable en nuestros sistemas intensivos. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto antihelmíntico como reducción de huevos de nematodos gastrointestinales de un extracto vegetal rico en taninos en terneros de recría pastoriles.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

El ensayo se llevó a cabo en la unidad de evaluación de forrajes en pastoreo de la Estación Experimental Agropecuaria General Villegas del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria ubicada en Drabble (General Villegas, Buenos Aires, 34° 54' S, 63° 44' W) entre el 13 de abril y el 30 de julio de 2022. Se utilizaron 8 módulos de pastoreo, para las cuatro repeticiones de los dos tratamientos evaluados: El tratamiento extracto vegetal rico en taninos (ETV) que recibió un aditivo no nutricional que aporta un 70% de polifenoles condensados de quebracho y castaño; en una dosis diaria equivalente a 20 g Kg<sup>-1</sup> de la MS consumida espera y el tratamiento Testigo (T) no recibió aditivo. Cada módulo de pastoreo contaba con 2.52 hectáreas de alfalfa pura, las cuales fueron divididos en

6 franjas de 0.42 ha y pastoreada durante 7 días. La selección de los animales se realizó en base a los HPG y al peso vivo en una tropa de 150 animales del mismo origen naturalmente infectados. Se seleccionaron 80 terneros Aberdeen Angus homogéneos en HPG ( $360.8 \pm 201.9$  hpg) y en peso ( $181.5 \pm 5.9$  Kg), los cuales fueron denominados FIJOS y se los alojó de a 10 en cada una de las 8 unidades experimentales de pastura y se le asignó al azar uno de los dos tratamientos en evaluación. A su vez, se utilizaron animales denominados VOLANTES (desparasitados antes de ingresar para evitar la contaminación de la pastura), que ingresaban o salían del módulo experimental permitiendo ajustar la carga animal a la asignación forrajera deseada de cada módulo. El ajuste de la carga se realizó semanalmente, previa medición de la disponibilidad forrajera en materia seca, mediante cinco cortes de 5 m<sup>2</sup> en cada franja a una altura de 5 cm. En base a esta disponibilidad forrajera semanal, la carga fue determinada mediante una asignación forrajera del 4% del peso vivo en base seca. Adicionalmente se suministró diariamente silo de maíz, a razón del 0,5% del peso vivo (base seca), en comederos presentes en las ensenadas de cada módulo.

El silo de maíz fue utilizado como medio para incorporar el ETV. El compuesto evaluado es un extracto utilizado como aditivo no nutricional y aprobado por SENASA para la alimentación en bovinos con un 70% de polifenoles condensados de quebracho y castaño. El periodo experimental comenzó cuando las 4 repeticiones del tratamiento EVT recibieron en el comedero 20 g Kg<sup>-1</sup> MS del EVT, mezclado manualmente junto al silo de maíz, y suponiendo un consumo potencial estimado para la categoría de 2.7 % del PV según valores establecidos para la categoría (NRC, 2016) y avalados por datos locales de calidad y ganancias de peso (Méndez, 2001; Sardiña, 2017).

Los días 1, 22, 29, 43, 57 y 78 se extrajeron muestras individuales de materia fecal por vía rectal para conteo de huevos de nematodos gastrointestinales según la técnica de Mac Master modificada (Roberts y O'Sullivan, 1949), para coprocultivos e identificación de géneros helmínticos según la técnica de Hennriksen y Korshom (1983) y las claves descritas por Niec (1968). Para evaluar la eficacia antihelmíntica de los distintos tratamientos en cada fecha de muestreo (día 7, 14, 21, 28,35 y 42 se utilizó el siguiente cálculo de reducción de HPG. (Dash et al 1988).

**TRCH:  $100 \times (1 - (TD/TA) \times (CA/CD))$**

Donde TD: es la media aritmética de HPG del grupo tratado con EVT (días 22, 29, 43, 57),

**TA=** es media aritmética de HPG para el grupo tratado en el día 1,

**CA=** media aritmética de HPG del grupo testigo (sin tratar) en el día 1,

**CD=** media aritmética de HPG del grupo testigo (sin tratar) en los días 22, 29, 43, 57.

### **Test de reducción del conteo de huevos de géneros parasitarios (TRCHG)**

Los porcentajes de reducción del conteo de huevos de todos los géneros participantes del coprocultivo antes y después de los tratamientos, se realizaron con las medias aritméticas del recuento de huevos de cada animal dividido por cada género según la proporción de los mismos en los coprocultivos individuales.

El análisis de varianza de los HPG para cada muestro (días 0, 7, 14, 21, 35 y 42) se realizó con el test no paramétrico Kruskal Wallis, con un nivel de significancia del 95%. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento MIXED de Infostat (Di Rienzo, et al, 2020). Las diferencias fueron consideradas significativas cuando el valor P fue menor o igual a 5% y tendencia si fueron menor a 10%.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En las mediciones realizadas durante las 6 primeras semanas (días 22, 29 y 43) no se observaron diferencias entre los tratamientos. Los efectos de reducción significativa en el recuento de hpg se lograron a partir del día 57 ( $p < 0.10$ ) y 78 ( $p < 0.05$ ) desde el inicio (Figura 1).

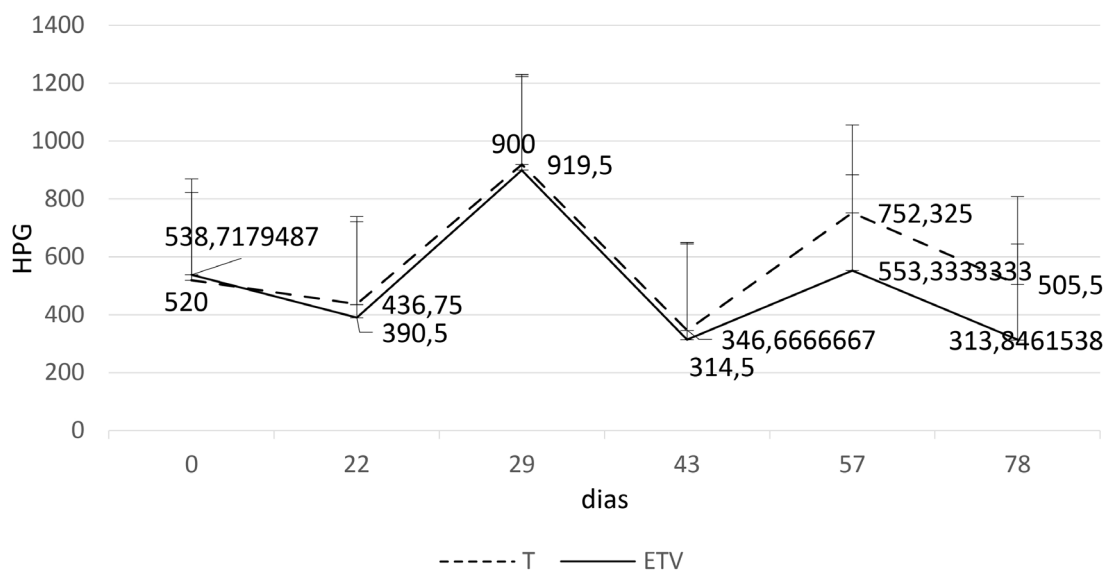
La eficacia antihelmíntica fue medida por el test de reducción de huevos (TRCH) de Dash (1988) (tabla 1) que considera la variación de los conteos de huevos antes y después del consumo del ETV en el tratado y la variación del conteo de huevos del T en ese mismo periodo. Desde el comienzo del suministro del ETV, los resultados de eficacia (%) fueron positivos pero las mejores respuestas se presentaron en los días 57 y 78 del inicio de la dosis de 20g/kg MS respectivamente de ETV (Figura 3).

El análisis estadístico de la reducción individual antes (día 1) y después (día 78) de los recuentos de HPG totales y de los géneros presente de los coprocultivos muestra diferencias significativas, excepto en los géneros Cooperia spp y Oesophagostomun spp.

### **Géneros Parasitarios**

En las figuras 2, 3 y 4, se observan los resultados de los conteos de hpg de cada tratamiento y el porcentaje de participación promedio de cada género en los coprocultivos correspondientes a cada una de las 4 repeticiones de los tratamientos evaluados para cada fecha de muestreo.

La evolución del tratamiento ETV, agregado en el alimento (Chiatellino et al., 2020), u otros extractos similares (Mederos et al., 2013, Corona-Palazuelos, et al, 2016) han demostrado efectos parasitológicos y productivos positivos. El efecto de eficacia de reducción de huevos parece estar relacionado con la dosis del extracto, al menos, en periodos cortos de tiempo. El empleo de dosis bajas (2, 4 y 8 g/kg MS) del mismo ETV suplementado con una dieta base de silo de maíz no lograron modificar los niveles de HPG de materia fecal, ni mejorar la productividad en terneros de recría (Buffarini et al., 2021) en 42 días de evaluación. Sin embargo, dosis más altas



**Figura 1.** Evolución de los conteos medios y desvío estándar (T) de los HPG en los tratamientos T y ETV durante la evaluación. \* sobre el marcador indican diferencias ( $p < 0.10$ ) entre tratamientos (EVT y T) para el día de muestreo. \*\* sobre el marcador indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos para el día de muestreo.

(20g/kg MS) lograron eficacias del 46.6 % y 61.6 % en 35 y 42 días de evaluación (Buffarini 2022, datos sin publicar). La eficacia se explica por la reducción de los hpg del ETV y el crecimiento de los conteos del T por falta de control (tabla 4).

En relación a los géneros parasitarios presentes durante la evaluación, los que sufrieron reducciones más significativas fueron *Ostertagia* spp, *Trichostrongylus* spp y *Haemonchus* en ese orden. Sin embargo, por las participaciones en los coprocultivos cabe considerar que la reducción de *Haemonchus* spp es la que seguramente más explica el % de eficacia logrado. Las reducciones de los géneros se presentaron hacia el final del periodo de evaluación, en el día 57 (*Haemonchus* spp) y en el día 78 (*Ostertagia* y *Trichostrongylus* spp). Esta reducción coincide con otras evaluaciones previas donde se observa que los géneros más afectados son los abomasales (Desrués et al., 2016).

Tanto la eficacia como los géneros reducidos observados en esta evaluación, son considerados importantes en relación a las eficacias observadas para los antipara-

sitarios más utilizados en la región. El efecto antihelmítico presentado por el extracto debería ser evaluado a mediano y largo plazo, con el fin de conocer los efectos en la dinámica poblacional de los nematodos gastrointestinales tanto sobre el animal como sobre la población de inmaduros (refugio).

## CONCLUSIONES

El suministro de un extracto vegetal rico en taninos en condiciones de pastoreo, logró reducir significativamente el conteo de huevos de nematodos gastrointestinales. La eficacia antihelmítica se atribuye la reducción del conteo de huevos de *Haemonchus* spp, *Ostertagia* spp y *Trichostrongylus* spp.

El EVT puede ser considerado como una herramienta alternativa para el control antihelmítico de terneros

## AGRADECIMIENTOS

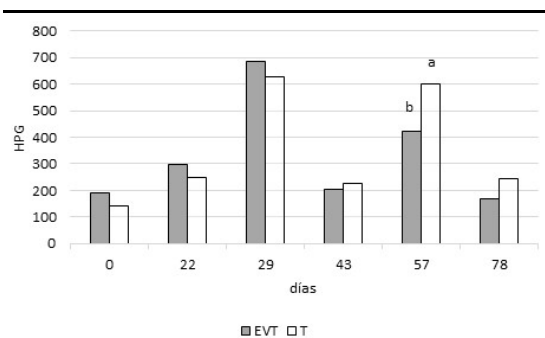
Los autores agradecen a Silvateam por permitir la evaluación de Bypro® y por el financiamiento del presente ensayo.

**Tabla 1.** Resultados del test de eficacia (%) evaluada por la fórmula de Dash (1988) para los días 22 29, 43 57 y 78

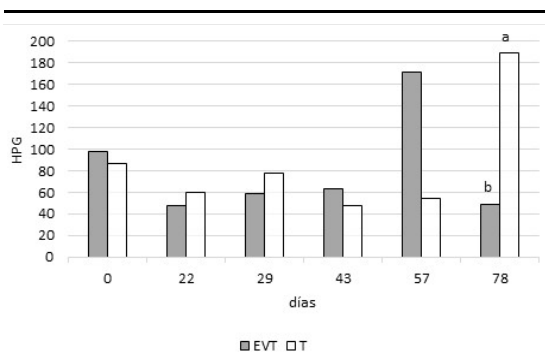
	Día 22	Día 29	Día 43	Día 57	Día 78
<b>Eficacia (%)</b>	13,7	5,5	12,4	29	40,1

**Tabla 2.** Resultado del análisis estadístico de la eficacia antihelmítica individual (%) del hpg y de la participación de los géneros en los coprocultivos de los días 1 y 78.

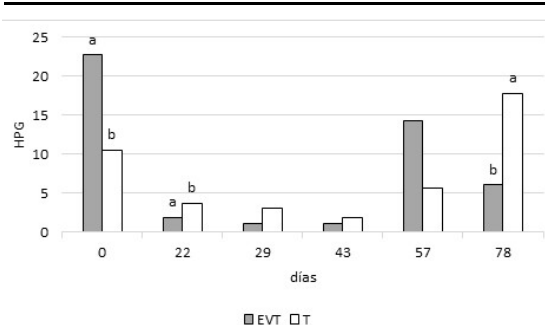
Eficacia (%)	hpg	<i>Haemonchus</i>	<i>Ostertagia</i>	<i>Cooperia</i>	<i>Trichostrongylus</i>	<i>Oesophagostomun</i>
ETV	28,08	-97,18	29,94	56,8	39,83	3,5
Testigo	-18,09	-170,5	-147,9	65,5	-36,8	-16,8
P	0,027	0,023	<0,0001	0,1	0,009	0,254



**Figura 2.** Evolución del HPG y participación en el coprocultivo del género *Haemonchus* spp en los tratamientos T y EVT. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos para el día de muestreo.



**Figura 3.** Evolución del HPG y participación en el coprocultivo del género *Ostertagia* spp en los tratamientos T y EVT. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos para el día de muestreo.



**Figura 4.** Evolución del HPG y participación en el coprocultivo del género *Trichostrongylus* spp en los tratamientos T y EVT. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos para el día de muestreo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso-Díaz, M.A.; Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Aguilar-Caballero, A.J., Hoste, H. 2008. In vitro larval migration and kinetics of exsheathment of *Haemonchus contortus* larvae exposed to four tropical tanniniferous plant extracts, *Veterinary Parasitology*, Volume 153, Issues 3–4, 2008, Pages 313-319, ISSN 0304-4017, <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.01.04>
- Athanasiadou, S. Kyriazakis I, Jackson F, Coop

R.L.2000 Consequences of long-term feeding with condensed tannins on sheep parasitised with *Trichostrongylus colubriformis*. *International Journal of Parasitology*, v. 30, n. 9, p. 1025-1033, 2000. doi:10.1016/S0020-7519(00)00083-7

- Athanasiadou, S., Kyriazakis, I., Jackson, F., Coop, R.L. 2001. Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo studies. *Veterinary Parasitology* 99: 205-219

- Barrau E., Fabre N., Fouraste I. & Hoste H. 2005. Effect of bioactive compounds from Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) on the in vitro larval migration of *Haemonchus contortus*: role of tannins and flavonol glycosides. *Parasitology*. 131(4): 531-538.

- Beserra, L. M., C. M. Leal, S. Maia, A. L. Fernandes, y L. T. Freitas. 2011. Plantas tanniníferas e o controle de nematoides gastrintestinais de pequenos ruminantes. *Cienc. Rural* 41: 1967-1974

- Brunet S, Aufrere J, El Babili F, Fouraste I, Hoste H. The kinetics of exsheathment of infective nematode larvae is disturbed in the presence of a tannin-rich plant extract (sainfoin) both in vitro and in vivo. *Parasitology*. 2007 Aug;134(Pt 9):1253-62.

- Buffarini M.2020 Buenas prácticas para el control sustentable de parásitos gastrointestinales en bovinos Memoria Técnica INTA General Villegas Memoria Técnica INTA 2019- 2020; 51-55

- Buffarini M; Herrera, J; Batistessa, M; Cantón C.; Lifschitz, A; Miró.2021 Evaluación antihelmíntica de un extracto vegetal rico en taninos. Memoria Técnica INTA General Villegas Memoria Técnica INTA 2020- 2021; 49-52
- Charlier, J., De Waele, V., Ducheyne, E., van der Voort, M., Vande Velde, F., Claerebout, E., 2015. Decision making on helminths in cattle: diagnostics, economics and human behaviour. *Ir. Vet. J.* 69, 1–5.

- Chiatellino, D., Spinelli G., Cabral C.; Redondo E, Baeck J.M 2020. Efecto de la suplementación con taninos líquidos en agua de bebida sobre la evolución de la carga parasitaria y la ganancia de peso de novillitos recriados en pasturas. En: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/efecto-suplementacion-taninos-liquidos-t46125.htm>

- Corona-Palazuelos, M B., Murillo-Ayala, E X., Castro-del Campo, N, Romo-Rubio, J A., Cervantes-Pacheco, B J., Gaxiola-Camacho, S M., & Barajas-Cruz, R. (2016). Influence of tannin extract addition on the amount of nematodes found in feedlot calves at the beginning of the fattening process. *Agrociencia*, 50(8), 1013-1025. Retrieved January 14, 2021, from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952016000801013&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000801013&lng=en&tlng=en).

- Cristel S, Fiel, C, Anziani, O.; Descarga, C., Cetrá B., Romero J; Fernández S; Entrocasso C, Lloberasi M, Medus D, Steffan, P. 2017. Anthelmintic resistance in grazing beef cattle in central and northeastern areas of Argentina — An update *Vet. Parasitol.*, 9: 25–28.

- Dash KM, Hall E, Barger IA. The role of arithmetic and

- geometric worm egg counts in faecal egg count reduction tests and in monitoring strategic drenching programs in sheep. *Australian Veterinary Journal* 65, 66–8, 1988
- Descarga, C.O. 2019. Epidemiología, efecto sobre la condición corporal y control de la helmintiasis gastrointestinal de los bovinos en el sur de Córdoba. Ediciones INTA. EEA Marcos Juárez, Informe para extensión en Línea N° 30.
  - Desrues, O.; Frygas, C.; Ropiak, H. M.; Mueller-Harvey, I.; Enemark, H. L. and Thamsborg, S. M. 2016. Impact of chemical structure of flavanol monomers and condensed tannins on in vitro anthelmintic activity against bovine nematodes. *Parasitology* 143:444-454.
  - Di Rienzo J.A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; Gonzalez L.; Tablada M.; Robledo C.W. 2020. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.co>
  - Henriksen, S.A.; Korsholm, H. 1983. A method for culture and recovery of gastrointestinal strongyle larvae. *Nord. Vet. Med.*, 35:429-430.
  - Hoste H.; Jackson F.; Athanasiadou S.; Stig. M Simone T.; Hoskin S. O, 2006, The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants *Trends in Parasitology*, ISSN: 1471-4922, Vol: 22, Issue: 6, Page: 253-261
  - Mederos A, & B Georgget 2013 Parasitosis Gastrointestinales de Ovinos y Bovinos: situación actual y avances de la investigación - Revista INIA N° 34 pag 10-15 en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7054/1/revista-INIA-34-p.-10-15.pdf>
  - Méndez, D.G; Davies, P. y Dillon, A. 2001. Respuesta animal a distintas combinaciones de niveles de asignación forrajera y de suplementación energética durante diferentes épocas de utilización de pasturas base alfalfa. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol 21. Supl 1: pp 54.
  - Molan, A.L. et al. (2002) Effect of condensed tannins on egg hatching and larval development of *Trichostrongylus colubriformis* in vitro. *Vet. Rec.* 150, 65–69
  - Niec R. 1968. Cultivo e identificación de larvas infestantes de nematodos gastrointestinales del bovino y ovino. INTA Castelar. Manual Técnico N° 3
  - Niezen, J.H. et al. (1995) Growth and gastrointestinal nematode parasitism in lambs grazing either lucerne (*Medicago sativa*) or sulla (*Hedysarum coronarium*) which contains condensed tannins. *J. Agric. Sci.* 125, 281–289
  - NRC. 2016. Nutrient requirements of beef cattle. 7th rev. ed. Update 2016. Natl. Acad. Press, Washington, DC
  - OMS, F. (2003). Organización de las naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Organización Mundial de la Salud. Garantía de los Alimentos: Directrices para el Fortalecimiento de los Sistemas Nacionales de Control de los Alimentos.
  - Pérez-Cogollo, L, Rodríguez-Vivas, R, Basto-Estrella, G, Reyes-Novelo, E, Martínez-Morales, I, Ojeda-Chi, M, & Favila, M (2018). Toxicidad y efectos adversos de las lactonas macrocíclicas sobre los escarabajos estercoleros: una revisión. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(4), 1293-1314. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2508>
  - Roberts, F., O'Sullivan, P, 1949. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infecting the gastrointestinal tract of cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 1, 99–103.
  - Sardiña, C.; Berone G.D. 2017. Aumentos en producción de carne en alfalfa por cambio en el manejo de la defoliación. *Revista Argentina de Producción Animal*. (37) 1: 90
  - SAS Institute Inc. 2019. SAS/STAT 15.1 University edition User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
  - Suárez, V.H.; Miranda, A.O.; Arenas, S.M.; Schmidt, E.E.; Lambert, J.; Schieda, A.; Felice, G. Imas, D.; Sola, E. Pepa, H. Bugnone, V.; Calandri, H.; Lordi, L.V.2011. Incidencia y control de los nematodos gastrointestinales bovinos en el este de la provincia de La Pampa, Argentina *Rev. Inv. Agro.* / Vol. 37 N. 1pp 26-34
  - Suárez, V.H.; Rossanigo C.E.; Descarga, C. O. 2013. Epidemiología e impacto productivo de nematodos en la Pampa Central de Argentina. *Enfermedades Parasitarias de Importancia Clínica y Productiva en Rumiantes Fundamentos epidemiológicos para su prevención y control.*, C. A. y Nari, Editorial hemisferio sur, SRL (Uruguay). 59-87
  - Waller PJ, Thamsborg SM. Nematode control in 'green' ruminant production systems. *Trends Parasitol.* 2004 Oct; 20(10):493-7. doi: 10.1016/j.pt.2004.07.012. PMID: 15363444.

# ALTERNATIVAS DE PREPARACIÓN Y SUMINISTRO DE RACIÓN EN RECRÍA DE BOVINOS PARA CARNE

Sergio A. Viano\*, Daniel G. Méndez, Lucas González, Irene Ceconi. EEA INTA General Villegas  
[viano.sergio@inta.gob.ar](mailto:viano.sergio@inta.gob.ar)

## Palabras clave:

sistema de alimentación en autoconsumo, ración ensilada en bolsa, recría de bovinos para carne.

## INTRODUCCIÓN

En los sistemas de autoconsumo de forrajes, de amplia difusión en la Región Pampeana Argentina, el animal accede al silaje directamente desde la bolsa en la que se encuentra el material ensilado, mediante el uso de algún dispositivo de contención como las rejas de hierro o los alambrados eléctricos. Dado que la concentración energética, proteica y/o mineral de los forrajes ensilados puede resultar insuficiente para satisfacer los requerimientos de mantenimiento y crecimiento de los terneros, se suele recurrir a la suplementación mediante el uso de bateas o comederos móviles. En comparación con una ración totalmente mezclada ofrecida mediante el uso de un mixer, el sistema de autoconsumo podría resultar en consumos desuniformes de los alimentos al ofrecerlos por separado, afectando la composición de la dieta efectivamente consumida por los animales, incrementando así el riesgo de ocurrencia de trastornos digestivos y la variabilidad en la respuesta animal. El ensilado de una dieta completa y su utilización en autoconsumo podría contribuir a superar estos inconvenientes. En este estudio se comparó el desempeño productivo de terneros que consumieron una dieta de recría ensilada, directamente desde un silobolsa, con el de terneros alimentados con una dieta confeccionada diariamente, mezclada mecánicamente y suministrada en comedero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se compararon los siguientes sistemas de alimentación en terneros de recría: 1- ración totalmente mezclada (**RTM**): mezclado y suministro diario con mixer en corral de una dieta compuesta por silaje de sorgo forrajero azucarado y alimento balanceado a base de grano de maíz y extrusado de soja y 2- autoconsumo de ración ensilada (**ARE**): oferta mediante autoconsumo de una dieta totalmente ensilada compuesta por forraje de sorgo forrajero al que, durante la confección, se le agregó el mismo balanceado que se utilizó en RTM (Tabla 1). El sorgo forrajero provino del mismo lote y fue cosechado en un mismo evento para ambos tratamientos. En el caso del tratamiento ARE, la adición del balanceado durante el embolsado se realizó utilizando una tolva con descarga ajustable, montada sobre el rotor de empaquetado de la embolsadora (Foto 1). Los alimentos embolsados se dejaron ensilar durante 50 días antes de iniciar el experimento.

Doscientos cincuenta y dos terneros Angus (223,7 - 1,55 Kg PV) se asignaron por peso y pelaje (negro o colorado) a 1 de 6 bloques y se alojaron en grupos de 12 animales en 1 de 6 corrales para el tratamiento RTM y en 1 de 6 piquetes para el tratamiento ARE. A su vez, el tratamiento

ARE contó con 18 animales adicionales por piquete con el objetivo de lograr un avance mínimo de 20 cm diarios en la ración ensilada de manera de acceder a alimento fresco en forma continua. Cada piquete asignado al tratamiento ARE (Foto 2a) contó con un silobolsa equipado con una reja de hierro, a la cual se sujetó el plástico de la cara inferior del silobolsa que fue utilizado como una especie de "piso de comedero". Los animales en el tratamiento RTM (Foto 2b) fueron alimentados una vez al día. El alimento se ofreció a las 09:00 h. Diariamente y antes de entregar la comida, se realizó una estimación visual de la cantidad de alimento rechazado y se ajustó la oferta utilizando la siguiente escala: score de 0 (sin remanente), 1 (migajas) o 2 (remanente mayor a migajas). El ajuste se realizó según lo descrito por Ceconi et al (2022). Brevemente, se incrementó la oferta de alimento a razón de 0,7 kg animal<sup>-1</sup> (tal cual) cuando se observó un score de 0 por dos días consecutivos o se mantuvo la cantidad ofrecida cuando el score fue de 1 o de 0 por sólo un día. Una vez cumplida la condición de dos días consecutivos de score 0, la contabilización de días fue reiniciada. Cuando el score fue 2, se estimó visualmente el peso del alimento remanente; si el mismo fue menor o igual al 10% de la cantidad ofrecida el día anterior, la oferta del día se redujo según el cálculo: Oferta del día = Oferta ayer - ½ remanente. Por el contrario, si el remanente fue superior al 10%, el mismo fue retirado del comedero, pesado y muestreado y la oferta del día fue igual a la cantidad de alimento ofrecida el día anterior. El suministro, es decir, la cantidad de alimento que se agregó al comedero cada día se determinó según el cálculo: Suministro del día = Oferta del día - remanente presente en el comedero. En los piquetes ARE, el alimento se extrajo manualmente desde la cara del silobolsa y se acercó a la reja dos veces al día, utilizando una horquilla. Cada mañana y antes de armar el alimento a la reja, se controló visualmente que exista un remanente, aproximado a un 10% de lo ofrecido, como indicador de consumo sin restricción.

Los animales fueron alimentados durante 70 días y se mantuvieron sin alimento y agua durante 16 h para registrar el peso vivo inicial (día 1) y final (día 70) y así determinar la ganancia diaria de peso (GDP). El consumo de materia seca (**CMS**) se determinó en tres períodos de tres días cada uno, por diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y rechazado durante cada período, según la siguiente metodología:

- en el tratamiento RTM se suministró un 10% más de alimento que el ofrecido el día previo, con el fin de garantizar que el consumo fuese a voluntad. Por la mañana del

cuarto día, se barrieron los comederos, se retiró, pesó y muestreó el remanente y se determinó la cantidad de alimento consumido.

- en el tratamiento ARE se estimó visualmente el volumen de alimento ofrecido el día anterior del inicio del periodo de medición, suministrándose una cantidad similar más un 15-20% adicional. Para ello, el alimento se extrajo de la bolsa mediante una pala mecánica frontal, se pesó en un mixer y se entregó detrás de la reja de hierro. Por la mañana del cuarto día, se levantó el remanente mediante una pala frontal, se pesó con el mixer y se determinó la cantidad total consumida.

La eficiencia de conversión se analizó como la relación entre el CMS y la GDP. También se determinó la variabilidad del peso vivo inicial, final y de la GDP mediante el coeficiente de variación (CV). Los datos se analizaron según un diseño en bloques completos aleatorizados con 6 repeticiones mediante el procedimiento MIXED de SAS University Edition (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La GDP, el CMS, y el CMS en relación al peso vivo fueron mayores ( $p < 0,01$ ; Tabla 2) en ARE respecto de RTM, lo que dio lugar a un mayor peso final ( $p = 0,03$ ), pero con una eficiencia de conversión similar ( $p = 0,38$ ). El mayor CMS observado en ARE podría estar relacionado a diferencias en el manejo del suministro de alimento entre tratamientos. En ese sentido, el hecho de haber acercado alimento dos veces al día en ARE respecto de una entrega diaria en RTM, podría haber incentivado el consumo en el primero. El CV del peso vivo final y de la GDP, así como la diferencia entre el CV del peso final e inicial no difirieron ( $p \geq 0,93$ ) entre tratamientos.

Cuando la GDP durante la etapa de recría es acorde a una etapa de crecimiento, se aprovecha el potencial de crecimiento del animal y se logra el nivel de terminación deseado a un mayor peso final, con el consecuente aumento de la producción (Ceconi et al., 2018). En sistemas de invernada que combinan una etapa de recría a corral con etapas pastoriles posteriores, pequeños efectos sobre la GDP durante estas últimas pueden tener un impacto importante en el resultado global, ya que dicha fase es la que mayor tiempo representa en la duración total del ciclo. Ganancias a corral moderadas de 800 a 1000 g d<sup>-1</sup> permitirían una buena eficiencia en el corral y desempeño en el campo (Ceconi et al., 2022). En base a estos antecedentes, la GDP obtenida con el sistema de autoconsumo podría considerarse algo elevada para animales que se encuentran en etapa de crecimiento.

## CONCLUSIONES

La eficiencia de conversión y la variabilidad en la respuesta animal fueron similares entre tratamientos, por lo que la ración ensilada y ofrecida en un sistema de autoconsumo podría representar una alternativa de alimentación sencilla para explotaciones ganaderas de pequeña escala que no cuenten con mecanización per-

manente y/o personal suficiente. Sin embargo, aún no se encuentra disponible comercialmente en el mercado la maquinaria y equipamiento necesarios para preparar raciones completas ensiladas. Es por ello que nuestro desafío será continuar con el desarrollo de esta herramienta que, junto a empresas dedicadas a la fabricación de maquinaria para el sector, permita mejorar la competitividad de aquellos pequeños productores ganaderos. A su vez, futuros trabajos deberían abordar estrategias que permitan algún grado de control del consumo de alimento en sistemas de autoconsumo, con el objetivo de lograr ganancias de peso acordes a cada etapa del proceso de invernada.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa Desico SA por aportar la maquinaria específica para el embolsado del alimento, a la empresa Semillero San Pedro por facilitarnos el material para la siembra del cultivo de sorgo forrajero, a la empresa Los Laureles por el trabajo de ensilado del alimento, al personal de campo y de laboratorio de la EEA Gral. Villegas y a la Asociación Cooperadora de la EEA por su apoyo y colaboración en la ejecución del presente estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ceconi, I; Davies, P., Méndez, D. y Elizalde, J., 2018. Recría de terneros a corral: ganancia de peso, peso de ingreso, manejo de la oferta. ISSN 1850-6038 Memoria Técnica 2018-2019 EEA General Villegas, Argentina, pp 90-101.
- Ceconi, I., Méndez, D., Davies, P., Flores, J., Garcilazo, G., Antena, J. y Elizalde, J. 2022. Recría de terneros a corral: ganancia de peso, peso de ingreso, manejo de la alimentación. ISSN en línea 2796-8626. IDIA XXI. Pp 80-86.
- Van Keulen, J. and Young, B. A., 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of animal science, Vol. 44, No. 2.

\*Trabajo presentado en Annual Meeting de la American Society of Animal Science (16 al 20/7/2022; Albuquerque, NM, USA)

**Tabla 1.** Composición (base seca) de una dieta mezclada y suministrada en comedero en forma mecánica y diariamente (RTM) y de otra totalmente ensilada y ofrecida en autoconsumo desde un silobolsa (ARE).

Ítems	Tratamientos	
	TMR	ARE
Silaje de sorgo forrajero, %	61	61
Balanceado <sup>1</sup> , %	39	39
Proteína Bruta, %	9,9	11,6
Fibra en detergente neutro, %	42,3	43,8
Almidón, %	9,8	9,5

<sup>1</sup>Contiene: 45% de grano de maíz, 50% de extrusado de soja y 5% de núcleo vitamínico-mineral sin monensina.

**Tabla 2.** Performance de terneros en recría alimentados con una ración total mezclada (RTM; ingredientes mezclados y suministrados diariamente en comedero) o con una ración ensilada (ARE; ingredientes mezclados, ensilados y ofrecidos en un sistema de autoconsumo).

Ítems	Tratamientos		EED <sup>1</sup>	p-valor
	TMR	ARE		
Peso vivo inicial, kg	224	223	1,6	0,37
Peso vivo final, kg	299	308	2,9	0,03
Consumo de materia seca (CMS), kg d <sup>-1</sup>	7,76	8,61	0,194	< 0,01
CMS en relación al peso vivo, %	2,91	3,24	0,062	< 0,01
Ganancia diaria de peso (GDP), kg/d	1,07	1,22	0,039	< 0,01
CMS:GDP <sup>2</sup>	7,22	7,07	0,1478	0,38
Coefficiente de variación, %				
Peso vivo final	5,3	5,3	0,68	0,95
GDP	14,5	14,7	2,18	0,93
Δ Coeficiente de variación del peso vivo <sup>3</sup> , unidades porcentuales	1,20	1,19	0,706	0,98

<sup>1</sup>Error estándar de la diferencia entre medias.

<sup>2</sup>Eficiencia de conversión; analizada como CMS:GDP

<sup>3</sup>Coefficiente de variación del peso vivo final menos coeficiente de variación del peso vivo inicial.





**Foto 1:** Tolva de descarga ajustable, montada sobre el rotor de empaquetado de embolsadora de 9 pies. Prototipo utilizado para la confección del tratamiento de autoconsumo de ración ensilada (ARE).



**A**



**B**

**Foto 2: A)** terneros en recría del tratamiento autoconsumo de ración ensilada (ARE), accediendo al alimento mediante una reja de hierro. **B)** terneros en recría del tratamiento ración totalmente mezclada (TMR), accediendo al alimento mediante comederos fijos de concreto ubicados en los corrales.

# INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE Y SU ASOCIACIÓN CON VARIABLES CLIMÁTICAS EN RAIGRÁS ANUAL

Daniel Méndez<sup>1\*</sup>, Karina Frigerio<sup>2</sup>, María Ruiz<sup>3</sup>, Laura Fontana<sup>3</sup>, Luis Romero<sup>4</sup>, Pablo Barbera<sup>5</sup>, Alejo Ré<sup>6</sup>, Agustín González<sup>7</sup>, Gonzalo Pérez<sup>8</sup>, Juan José Gallego<sup>9</sup>, Fernanda Neira Zilli<sup>9</sup>, José Otondo<sup>10</sup>, Mariano Cicchino<sup>10</sup>, Matías Bailleres<sup>10</sup>, Esteban Melani<sup>10</sup> y Juan Mattera<sup>11</sup>  
EEA's INTA <sup>1</sup>Gral. Villegas, <sup>2</sup>San Luis, <sup>3</sup>Anguil, <sup>4</sup>Rafaela,

<sup>5</sup>Mercedes (Ctes.), <sup>6</sup>Concepción del Uruguay, <sup>7</sup>Bordenave, <sup>8</sup>Viedma y Pergamino<sup>11</sup> AER's INTA <sup>8</sup>Bolívar y <sup>10</sup>Chascomús

[mendez.daniel@inta.gov.ar](mailto:mendez.daniel@inta.gov.ar)

## Palabras clave:

raigrás anual, ambiente, producción, localidades

## INTRODUCCIÓN

Dentro de la red de evaluación de cultivares de raigrás de INTA, evaluar la relación entre variables climáticas (temperatura media, agua recibida y número de días de helada) y producción de biomasa, permite explicar la variabilidad espacial en esta forrajera.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la interacción genotipo x ambiente para la variable acumulación de forraje en 10 cultivares comerciales (4 diploides y 6 tetraploides) de raigrás anual en 10 localidades de Argentina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el 2022 en secano en las localidades de Anguil (**ANG**), Rafaela (**RAF**), Bordenave (**BOR**), Concepción del Uruguay (**CON**), General Villegas (**VIL**), Bolívar (**BOL**), Chascomús (**CHA**), Pergamino (**PER**), Mercedes (**MER**; Corrientes) y con riego en Viedma (**VDM**). Se registró la temperatura media del aire (**Tmedia**), agua recibida (**AR**) y días con heladas (**HE**) ocurridas durante el ciclo de producción del raigrás anual. Se evaluaron 14 cultivares comerciales de raigrás anual, 5 diploides (Don Dino [**DIN**], Camaro [**CAM**], Nervión [**NER**], Catus [**CAT**] y Rápido [**RAP**]) y 9 tetraploides (Don Gianni [**GIA**], Maximus [**MAX**], Bar HQ [**BHQ**], Sancho [**SAN**], Bill Max [**BMAX**], Campero [**CAM**], Barturbo [**BAR**], Winter Star 3 [**WST**] y Magno [**MAG**]).

La siembra se realizó entre el 15 de marzo y 10 de abril en función a las condiciones de cada sitio a razón de 250 semillas viables m<sup>-2</sup> en forma convencional. El tamaño de parcela fue de 8 m<sup>2</sup> y la unidad de muestreo de 5 m<sup>2</sup>. A la siembra se corrigió el nivel de P a 12 ppm con fosfato diamónico (18-46-0), cuando fue necesario y se fertilizó con 20 kg N (urea) luego de cada corte. Se realizaron entre 1 y 3 cortes (según localidad) a 5 cm de altura cuando la altura extendida del macollo alcanzó 20 cm en el 50% de las parcelas.

El diseño fue en bloques completos al azar con 4 repeticiones en cada localidad. Para explicar la interacción genotipo x ambiente se usó el análisis de regresión por mínimos cuadrados parciales (**PLS**). Este análisis genera un conjunto de scores (puntuaciones) para la in-

teracción genotipo x ambiente (**Y**) y para las variables climáticas (**X**). Su posición relativa se utiliza para concluir acerca del grado de asociación entre variables climáticas y comportamiento de materiales según localidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Observando por cuadrantes, en el superior derecho, se ubicaron las localidades de RAF y MER, asociadas a mayores Tmedia. Camaro fue el material con mayor asociación a T media. AR se asocia a CON y BOL, junto con los materiales DIN, MAG, MAX, WST y BHQ. HE se asocia a las localidades de BOR, ANG y VDM. No aparecen materiales asociados a HE. Se puede concluir que PER y VIL, que presentaron las menores precipitaciones en este ciclo productivo, se asociaron negativamente con las lluvias. Los materiales que se ubican en este cuadrante son RAP, BAR, SAN y BMAX.

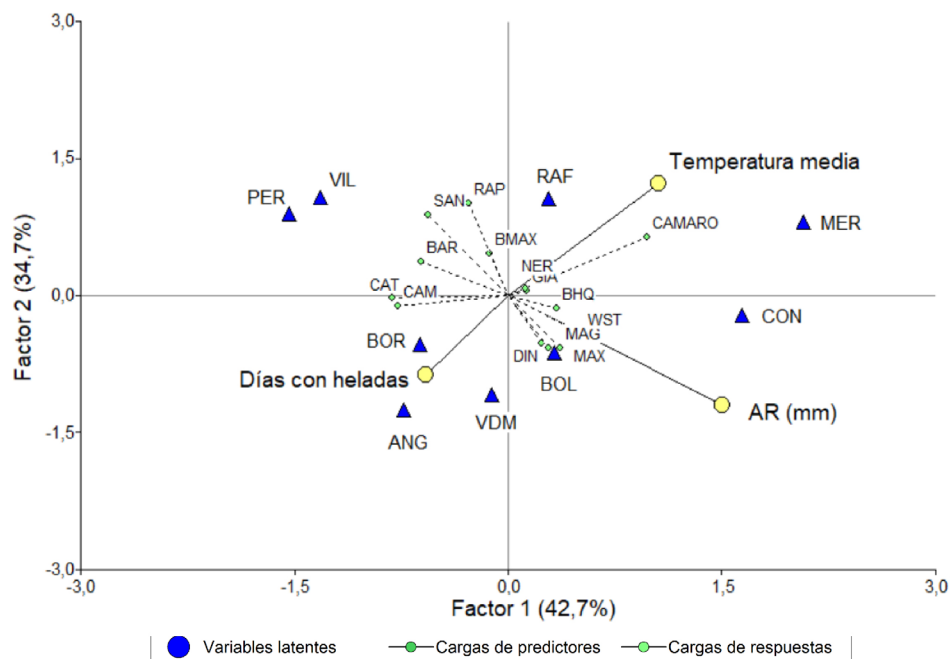
## CONCLUSIONES

Hubo asociación entre cultivares y localidades con mayores días de heladas y menor agua recibida.

## AGRADECIMIENTOS

Es de destacar la vinculación mediante la cual la Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales de BA ha prestado una significativa colaboración en la definición de los materiales, así como también para la realización de los ensayos.

\*Esta información fue presentada en forma de resumen en el 46° Congreso Argentino de Producción Animal que se realizó en Pergamino del 13 al 15 de septiembre de 2023.



**Figura 1:** Triplot basado en el análisis PLS para la producción total de forraje de raigrás anual durante el ciclo 2022 en 10 localidades (Mercedes [MER], Bolívar [BOL], Concepción del Uruguay [CON], General Villegas [VIL], Anguil [ANG], Rafaela [RAF], Bordenave [BOR] Chascomús [CHA], Pergamino [PER] y Viedma [VDM]) en función a 3 variables climáticas (Agua recibida [AR], temperatura media y número de días con heladas ). Los materiales evaluados fueron Don Dino (DIN), Don Gianni (GIA), Maximus (MAX), Bar HQ (BHQ), Sancho (SAN), Bill Max (BMAX), Campero (CAM), Nervi3n (NER), Catus (CAT), Rapido INTA (RAP), Barbaro (BAR), Winter Star 3 (WST), Magno (MAG) e INTA Camaro (CAMARO).

# MANEJO DEL PASTOREO DE ALFALFA DURANTE FIN DE LA PRIMAVERA Y VERANO

Cecilia Sardiña<sup>1</sup>, Daniel Méndez<sup>1</sup>, Marianela Diez<sup>1</sup> y Germán Berone<sup>2</sup>

<sup>1</sup>EEA INTA Gral. Villegas <sup>2</sup>EEA INTA Balcarce

sardinia.cecilia@inta.gov.ar

**Palabras clave:**

frecuencia de pastoreo, ganancia de peso, alfalfa.

## INTRODUCCIÓN

Alturas pre-pastoreo en alfalfa menores a 35 cm generan, respecto a mayores alturas, cubiertas con mejor calidad nutritiva (i.e. mayor proporción de hoja) y una mayor respuesta animal individual (Berone et al., 2020; Méndez et al., 2021). El objetivo del presente trabajo fue evaluar, durante fin de la primavera y verano, la producción de forraje, la ganancia de peso y la producción de carne en pasturas de alfalfa con alturas pre-pastoreo contrastantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó en la EEA de INTA Gral. Villegas (Bs. As.) con una pastura de alfalfa (grupo 6), sembrada en marzo de 2019 sobre un suelo Hapludol típico (2,4% MO; 25,3 ppm de P y pH de 6,02). Se dispuso de 8 módulos de pastoreo de 2,52 ha cada uno. Se implementaron dos tratamientos con diferente frecuencia de pastoreo (Foto 1) con el objetivo de generar alturas contrastantes: AF (alta frecuencia; 3 franjas, 7 días de pastoreo y 14 de descanso) y BF (baja frecuencia; 5 franjas, 7 días de pastoreo y 28 días de descanso).

El período experimental fue desde el 24/11/2021 hasta el 23/02/2022. Previo al pastoreo de cada franja, se estimó la disponibilidad de forraje (5 cortes de 5 m<sup>2</sup>, por encima de 5 cm de altura desde el suelo). Previo al corte se determinó altura, número de nudos con hojas totalmente desplegadas y contenido de materia seca (estufa a 100°C hasta peso constante).

La carga se ajustó en función de garantizar un nivel de asignación forrajera, base seca, del 4,0% del peso vivo (biomasa forrajera por encima de 5 cm de altura). Se utilizaron 6 animales fijos por repetición y volantes que permitieron el ajuste de carga. Todos los animales dispusieron de bolos intrarruminales de monensina (Rumensin<sup>TM</sup> Bolos ABC de ELANCO). Post-pastoreo las franjas no fueron desmalezadas. Los animales utilizados fueron novillitos Angus (peso vivo inicial: 271 ± 4,72 kg an-1). Se calculó la producción de forraje (PF, kg MS ha-1) a partir del dato de disponibilidad inicial de cada franja. Los animales fijos se pesaron cada 28 días, previo desbaste (restricción al acceso a comida y agua durante 15 horas).

Se determinó carga animal (kg ha-1); aumento diario de peso vivo por animal (ADPV, kg an-1 d-1) y producción de carne (kg ha-1) como el producto ADPV\*carga animal\*días de pastoreo. El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados, con cuatro repeticiones

(módulos de pastoreo) por tratamiento. Los datos fueron analizados mediante ANOVA.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

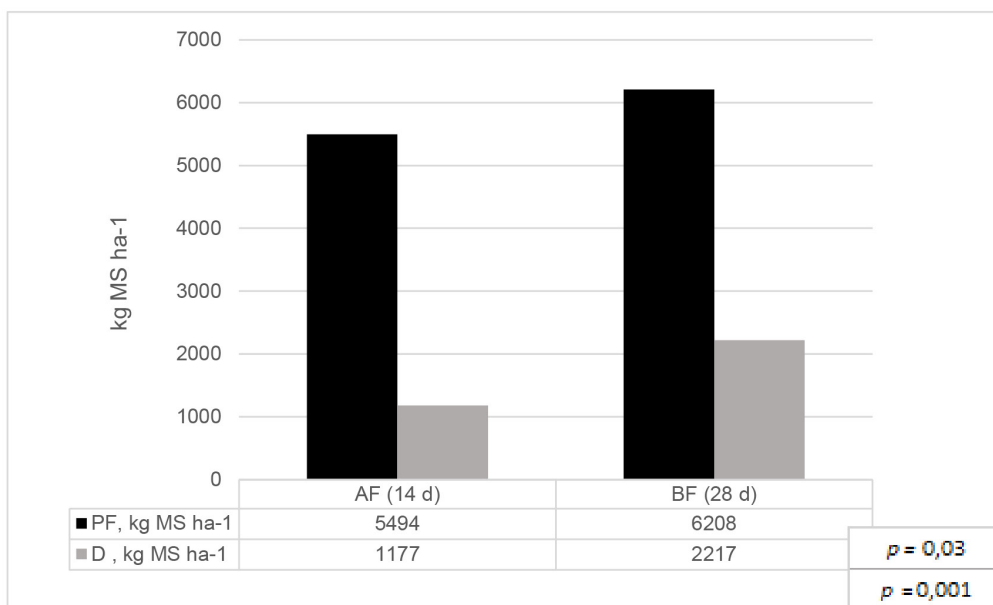
Las pasturas pastoreadas cada 14 días (AF) mostraron, respecto de las pastoreadas cada 28 días (BF) menor cantidad de nudos (9 vs 12 nudos;  $p < 0,001$ ), menor altura (35 vs 59 cm;  $p < 0,001$ ) y menor disponibilidad inicial (1177 vs 2217 kg MS ha-1;  $p = 0,001$ ; Figura 1) pre-pastoreo. La PF fue mayor en BF (6208 vs. 5494 kg MS ha-1;  $p = 0,03$ ; Figura 1) lo que derivó en una mayor carga animal en este tratamiento ( $p = 0,02$ ; Figura 2). El mayor ADPV (+29%;  $p = 0,01$ ) de AF se correspondió con una tendencia ( $p < 0,1$ ) a una mayor (+14%) producción de carne (Figura 2).



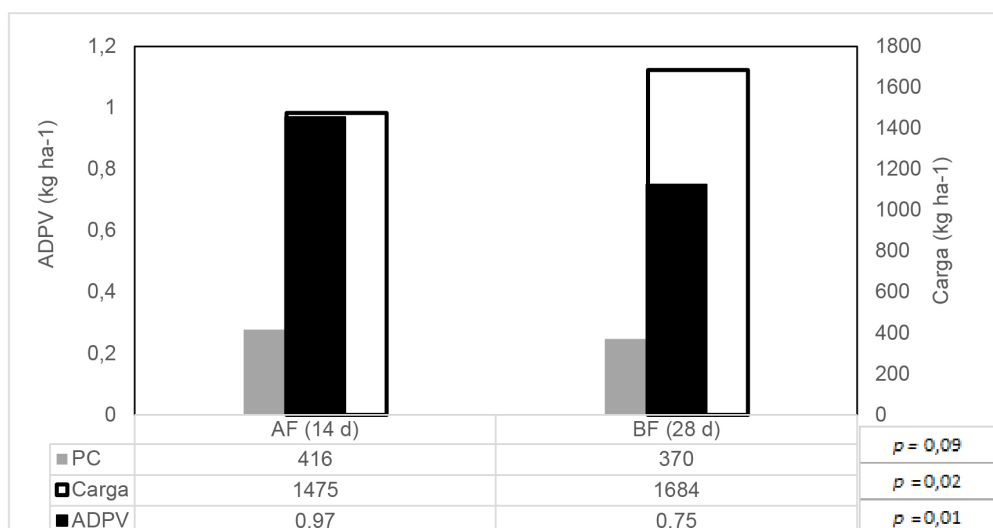
**Foto 1.** Diferencia visual entre tratamiento y detalle de los tallos en cada caso. Arriba: alta frecuencia de pastoreo (AF, 14 días de descanso); abajo: baja frecuencia de pastoreo (BF, 28 días de descanso).

## CONCLUSIONES

Incrementar la frecuencia de ingreso durante fin de la primavera e inicio del verano (cada 14 días) en parcelas de alfalfa, permitió ingresar en pasturas de menor altura y generó un beneficio en la respuesta animal individual, que sobre-compensó la reducción en la capacidad de carga de las pasturas. En consecuencia, las pastu



**Figura 1.** Producción de forraje (PF; Kg MS ha<sup>-1</sup>) y disponibilidad inicial promedio (D, kg MS ha<sup>-1</sup>) para cada tratamiento: Alta frecuencia (AF, 14 días de descanso) y baja frecuencia (BF, 28 días de descanso).



**Figura 2.** Producción de carne (PC; Kg ha<sup>-1</sup>), carga animal (Carga, kg ha<sup>-1</sup>) y aumento diario de peso vico (ADPV; kg an<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) para cada tratamiento: Alta frecuencia (AF, 14 días de descanso) y baja frecuencia (BF, 28 días de descanso).

ras pastoreadas con mayor frecuencia (y menor altura pre-pastoreo) mostraron una tendencia a una mayor producción de carne.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece la invaluable colaboración de los auxiliares técnicos de la EEA Gral. Villegas, a Elanco por la donación de bolos intrarruminales utilizados en el trabajo y al proyecto de pasturas templadas de INTA (PE-I007).

#### BIBLIOGRAFÍA

- Berone G, Sardiña C. y Moot D (2020). Grass Forage Sci. 75 :195–205.
- Méndez DG, Sardiña C, Díez M y Berone G (2021).

Rev. Arg.Prod. Anim. 41:73.

- Sardiña C y Berone G (2017). Rev. Arg. Prod. Anim. 37:172.

\*Trabajo presentado en el 45° Congreso Argentino de Producción Animal, desarrollado los días 16, 17 y 18 de noviembre 2022. Revista Argentina de Producción Animal. Vol 42 Supl. 1: 126-221 (2022)

## MICROMINERALES EN VAQUILLONAS DE TAMBOS DEL PARTIDO DE TRENQUE LAUQUEN

Miguel Buffarini<sup>1</sup>, Federico Demateis<sup>2</sup>, Amílcar Herrera<sup>3</sup>, Esteban Galarza<sup>4</sup>, Guillermo Mattioli<sup>5</sup>

<sup>1</sup>EEA INTA General Villegas <sup>2</sup>AER INTA Trenque Lauquen

<sup>3</sup>AER INTA General Villegas <sup>4</sup>Laboratorio Biogénesis Bagó <sup>5</sup>FCV UNLP

buffarini.miguel@inta.gov.ar

### Palabras clave:

vaquillonas, tambo, Trenque lauquen, zinc, selenio.

### INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos de las explotaciones tamberas además de buscar maximizar productividad lechera y la eficiencia nutricional es conseguir los más altos índices reproductivos y sanitarios posibles. El proceso de cría y recría de las vaquillonas debe ser priorizado porque influye críticamente en la estabilidad del rodeo de vacas en producción y en la posibilidad de mejora genética (Cabrera, 2012; Mellado et al., 2014).

El proceso de reposición puede representar el segundo o tercer componente del costo del sistema de producción, después de aquellos derivados de la vaca en producción y/o de la mano de obra (Heinrichs & Swartz, 2017; Mellado et al., 2014). Por lo tanto, desatender este proceso puede afectar sensiblemente la rentabilidad del predio a mediano plazo, ya sea por un menor número de terneras disponibles o por el retraso en la edad al primer parto con la consecuente disminución en la longevidad de las vacas (Heinrichs et al., 2017; Hoffman & Cabrera, 2012). La recría de vaquillonas es un periodo clave en la vida del animal, ya que el manejo que reciba en estas etapas tempranas va a definir la edad del primer servicio y su productividad futura. La deficiencia o excesos de macrominerales u oligoelementos en los rumiantes están consideradas dentro de las enfermedades metabólicas y su impacto depende de la magnitud. Como en nuestro país y en la región de influencia de INTA General Villegas (Minatel, et al 1998, Minatel et al., 2004, Buffarini et al., 2008) se reconocen áreas donde existen deficiencias clínicas y subclínicas de minerales que afectan la productividad ganadera, es necesario conocer otras áreas ganaderas sin información de deficiencias todavía para permitir las correcciones

El objetivo de este trabajo fue conocer niveles plasmáticos de Cobre, Zinc y Selenio en vaquillonas de tambo del partido de Trenque Lauquen.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el mes de enero de 2023 se seleccionaron 10 establecimientos tamberos del partido de Trenque Lauquen identificados con letras de la A a la J y en cada uno de ellos se muestrearon diez (10) vaquillonas de entre 10 y 12 meses de edad. Las vaquillonas pertenecían según los establecimientos a grupos de recría de las categorías II, III o pre servicio y al momento del muestreo se encontraban consumiendo pasturas, excepto en dos establecimientos donde la recría era confinada. Siete de los lotes

pertencieron a la raza Holando argentino y el resto a la raza Jersey y cruza Jersey.

La extracción de sangre heparinizada se realizó por punción yugular en doble tubo. Uno de los tubos se guardó a -20° C hasta su procesamiento, para determinar la actividad de la enzima glutatión peroxidasa (GPx) en sangre entera, como indicador del estatus de selenio (Se). Para la misma se utilizó el kit comercial RANSEL (Cat. Num. RS 504, Laboratorio Randox Ltd, Crumlin, Reino Unido) y un espectrofotómetro UV/VIS (Lambda 25 - Perkin Elmer), según el método de Paglia y Valentine (1967). El otro tubo fue centrifugado y el plasma congelado para la posterior determinación de cobre (Cu) y zinc (Zn) mediante espectrofotometría de absorción atómica de llama (AA Analyst 200 - Perkin Elmer) según el método de Piper HG, Higgins G (1967). Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición Mineral de la Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Nacional de La Plata y los valores de referencia para bovinos fueron los siguientes: Para el Cu, valores superiores 60 µg dl-1 fueran considerados normales, de 30 a 60 µg dl-1: deficientes moderados y los menores de 30 µg dl-1, indicadores de deficiencia severa. Para el Zn se establecieron como normales valores superiores a 90 µg dl-1, deficientes marginales de 80 - 90 µg dl-1 y deficientes severos, inferiores a 80 µg dl-1. Valores de GPx superiores a 39,4 U/ml Hto (unidades/ mililitro de hematocrito) se consideraron normales para el estatus de Se, mientras que valores de entre 30,6 a 39,4 U ml-1 Hto, de entre 18,5 a 30,3 U ml-1 Hto y menores de 18,5 U ml-1 Hto como deficientes marginales, marginales bajo y deficientes respectivamente (Maas, 1990; Ceballos et al., 1999; Tapiero et al., 2003).

### RESULTADO Y DISCUSIÓN

Todas las muestras analizadas presentaron valores de Cu normales mientras los promedios de cada establecimiento oscilaron entre 75,1 y 99,2 µg dl-1 (Tabla 1).

Solamente el 20 % del total de las muestras analizadas presentó valores normales de Zn, mientras que el 15 % y 65 % de todos los resultados reflejaron valores de Zn marginales y de deficiencia severa respectivamente (Tabla 1). El establecimiento E fue el único que presentó promedios de Zn normales mientras que el resto se dividió entre cuatro establecimientos (A, F, G y I) que presentaron valores promedios marginales y cinco con promedios deficitarios (B, C, D, H y J). Los establecimientos

B, D y H tuvieron valores de deficiencia entre el 90 y 100 % de las muestras analizadas.

Para el caso de Se no se observaron valores normales en el muestreo, el 76 % de las muestras presentaron valores de deficiencia mientras que el resto valores marginales bajos (Tabla 1).

El 70% de los establecimientos presenta valores promedios GPx considerados deficiente mientras que el resto se clasifica como marginales bajos: Los establecimientos

plasmáticos normales.

Los valores plasmáticos de Zn en el relevamiento realizado en General Villegas (Minatel et al., 1998) mostraron el mes mayo el mayor porcentaje de muestras deficientes (20,7 %) coincidiendo con los valores más bajos de la concentración del mineral en hígado, en pelo y en las muestras de forraje que consumían. Esta observación permite inferir que al menos para la región hay antecedentes de deficiencia de tipo estacional, aunque tanto los

**Tabla 1.** Valores promedios y desvíos estándar de Cu ( $\mu\text{g dl}^{-1}$ ), Zn ( $\mu\text{g dl}^{-1}$ ) y GPx ( $\text{U ml}^{-1} \text{Hto}$ ) y porcentaje de valores marginales y deficientes de Zn y Se (%)

Establecimiento	Cu ( $\mu\text{g dl}^{-1}$ )	Zn ( $\mu\text{g dl}^{-1}$ )	GPx ( $\text{U ml}^{-1} \text{Hto}$ )	% de valores marginales		% de valores deficiente	
				Zn	Se	Zn	Se
A	86,1 ± 8	88,4 ± 15	12,23 ± 4	20	0	40	100
B	84,4 ± 11	70,9 ± 12	4,43 ± 2	20	0	100	100
C	92 ± 7	69,6 ± 15	9,67 ± 7	10	10	80	90
D	89,9 ± 14	67,6 ± 7	20,91 ± 5	10	80	90	20
E	87,9 ± 6	96,3 ± 13	17,33 ± 11	0	50	40	40
F	99,2 ± 8	81,2 ± 16	20,97 ± 5	30	70	50	30
G	86,9 ± 12	82,8 ± 13	15,93 ± 4	10	40	40	60
H	86,2 ± 12	65,1 ± 9	18,53 ± 4	10	70	90	30
I	95,4 ± 17	83,4 ± 13	16,81 ± 8	20	50	40	50
J	75,1 ± 10	67,2 ± 12	9,85 ± 3	20	0	80	100

D, F y H mostraron valores de deficiencia marginal entre el 70 y 80 % de las muestras mientras que en A, B, C y J los valores de deficiencia estuvieron entre el 90 y 100 % de las muestras analizadas, (Tabla 1).

No se encontró información publicada del partido de Trenque Lauquen que permita comparar los resultados de este diagnóstico. La información disponible proviene de la misma región NO de la provincia de Buenos Aires (Minatel et al., 1998; Minatel et al., 2004; Buffarini et al., 2008), donde se informó la deficiencia subclínica de Cu condicionada posiblemente por otros minerales como Sulfatos y Hierro, ya que las concentraciones de Mo presentes en el alimento no superaron los valores de condicionamiento. Las determinaciones de este diagnóstico fueron solo plasmáticas y cabe considerar que todas las vaquillonas previas a esta etapa pastoril, habían recibido alimentos balanceados con aporte de minerales durante la cría y recría inicial. El hígado es reconocido como el principal órgano de depósito de Cu en el organismo, y cumple un rol clave en su metabolismo (Gooneratne et al., 1989). Casi la totalidad de lo absorbido es captada por el hígado. El resto se distribuye por otros tejidos (Buckley, 1991). Una vez incorporado al hepatocito, el Cu se almacena para ser utilizado en la síntesis de ceruloplasmina (Cp), previa degradación lisosomal o por intercambio mediado por glutatión (GSH), o bien ser excretado con la bilis (Cousin, 1985). Los aportes de Cu recibidos durante las etapas iniciales pueden ser los responsables de las reservas hepáticas del mineral que se manifiesta en el momento de muestreo con valores

% de muestras deficientes como los valores presentados fueron más extremos en Trenque Lauquen. En un estudio complementario que comprendió a 10 campos de General Villegas entre 1998 y 2001 se observó que los valores más bajos corresponden al otoño invierno (Minatel, et al 2004), pero debido a estacionalidad y a que no se encontraron muestras de forraje con valores inferiores a 20 ppm, el Zn no tendría impactos significativos en la zona de General Villegas. En un relevamiento realizado en un área cercana del norte de La Pampa (Pechín et al., 1995), se encontró que el 53 y el 25% de las muestras de forraje en primavera y verano, respectivamente, contenían menos de 20 ppm de Zn considerado valor umbral de deficiencia. La deficiencia subclínica de Zn estaría ampliamente distribuida en la zona ganadera central asociada a la de Cu (Sager, 1996). Las funciones más comprometidas serían la respuesta inmune, la defensa antioxidante del organismo, y el consumo de alimento. En este sentido las pérdidas productivas por esta carencia se deberían a fallas inmunológicas, menores ganancias de peso, fallas reproductivas y mayor incidencia de lesiones podales, probablemente en este orden (Rosa et al., 2018) En Argentina, la deficiencia de Se está distribuida a lo largo del país (Cseh et al., 2013). En general se la asocia a la manifestación clínica llamada enfermedad del músculo blanco (EMB) o Miopatía degenerativa nutricional, en terneros y corderos (Rodríguez et al., 2016). Sin embargo, la deficiencia subclínica sería la más frecuente, aunque también más difíciles de confirmar. Los diagnósticos realizados en la misma región sirven de antecedente sobre

la presencia de deficiencias (Minatel et al., 2004; Buffarini et al., 2008). Coincidiendo con estos diagnósticos, en el relevamiento de General Villegas, el 77 y 68,5 % de las muestras plasmáticas de los muestreos de invierno y verano presentaron valores deficitarios de Se al igual que todas las muestras de forrajes tuvieron concentraciones inferiores a 0,2 mg /kg MS, aunque según Underswood y Suttle (Boorman, 2000) el umbral depende del aporte de Vitamina E. La carencia subclínica se caracteriza por provocar fallas en el crecimiento, fallas inmunitarias y problemas reproductivos (Spears et al., 1986; Spears, 2000). Todos o cualquiera de esos efectos son perjudiciales para la salud productiva, sanitaria y reproductiva de las vaquillonas de reemplazo en los tambos de la región. Este diagnóstico pone en alerta sobre la posibilidad de que algunas de las fallas productivas y reproductivas que habitualmente que se observan en la reposición de vaquillonas en el partido de Trenque Lauquen puedan estar asociadas a deficiencias de micro minerales y la necesidad de evaluar suplementaciones correctivas.

## CONCLUSIONES

Los niveles de GPx y Zn presentados en la mayoría de los establecimientos indican la deficiencia subclínica de Zn y Se. Los valores de Cu plasmático no reflejan deficiencia, aunque podría ser como consecuencia de las reservas hepáticas de las etapas de recría anteriores

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo quieren agradecer a los propietarios, encargados, operarios y asesores de los establecimientos; La Esperanza, El Hilero, El Alzuarán, Los Tigres, Don Tomas, La Juanita, La Isabella, Don Arnaldo, La Recría y La Susana.

## BIBLIOGRAFÍA

- Boorman, K. (2000). *The Mineral Nutrition of Livestock*, 3rd ed. E. J. Underwood, and N. F. Suttle. Wallingford: CABI Publishing. 1999. £75.00 ISBN 0-85199-128-9. *British Journal of Nutrition*. 84. 393-393. 10.1017/S0007114500001689.
- Buckley, WT. A kinetic model of copper metabolism in lactating dairy cows. *Can J Anim Sci* 1991; 71: 155-166.
- Buffarini, M. A, Minatel L, Cseh S. 2008 Variación estacional de minerales en sangre en dos rodeos de cría en el Partido de General Villegas. *Memoria Técnica INTA* 2007- 2008; 88-92
- Cabrera, V. E. (2012). A simple formulation and solution to the replacement problem: A practical tool to assess the economic cow value, the value of a new pregnancy, and the cost of a pregnancy loss. *Journal of Dairy Science*, 95(8), 4683–4698.
- Ceballos A, Wittwer FG, Contreras PA, Quiroz E, Böhmwal HL. Actividad de Glutación Peroxidasa en bovinos lecheros a pastoreo correlacionada con la concentración sanguínea y plasmática de Selenio. *Pesq. agropec. bras.* 1999; 34 (12): 2331-2338.
- Cousin RJ. Absorption, transport, and hepatic meta-

bolism of copper and zinc: Special reference to metallothionein and ceruloplasmin. *Physiol Rev* 1985, 45 (2): 238-309.

- Cseh, S, Drake M, Brambilla E. Deficiencia de selenio en bovinos según época del 47 año y región en Argentina. *Revista de Producción Animal*. 2013; 33 (1):21.
- D.E Rosa, L.E Fazzio, S.J. Picco, C.C Furnus, 2018 *GA Mattioli Metabolismo y deficiencia de zinc en bovinos* *Analecta Veterinaria*; vol. 28, no. 2. Facultad de Ciencias Veterinarias ISSN: 1514-2590 Páginas: 34-44.
- Gooneratne SR, Buckley WT, Christensen DA. Review of copper deficiency and metabolism in ruminants. *Can J Anim Sci* 1989; 69: 819-845.
- Heinrichs, A. J., & Swartz, L. A. (2017). Management of Dairy Heifers. Retrieved from <https://animalscience.psu.edu/files/pdf/385.pdf>
- Heinrichs, A. J., Zanton, G. I., Lascano, G. J., & Jones, C. M. (2017). A 100-Year Review: A century of dairy heifer research. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10173–10188.
- <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/11220>
- Hoffman, P. C., & Cabrera, V. C. (2012). Heifer Pregnancy Rate. Retrieved September 12, 2022, from [http://dairymgt.uwex.edu/tools/heifer\\_pregnancy\\_rate/index.php](http://dairymgt.uwex.edu/tools/heifer_pregnancy_rate/index.php)
- Maas J. Deficiencia de Se en el ganado bovino. En: XVI Congreso Mundial de Buiatria. Salvador, Bahia, Brasil. 1990; pp. 3-13.
- Mellado, M., Lopez, E., Veliz, F. G., De Santiago, M. A., Macias-Cruz, U., Avendaño-Reyes, L., & Garcia, J. E. (2014). Factors associated with neonatal dairy calf mortality in a hot-arid environment. *Livestock Science*, 159(1), 149–155.
- Minatel, L., Buffarini, M. A., Dallorso, M. E., Homse, A., & Carfagnini, J. C. (1998). Relevamiento mineral de bovinos de la región Noroeste de la provincia de Buenos Aires. *Rev. Arg. Prod. Anim*, 18, 67-75.
- Minatel L, Buffarini MA, Scarlata EF, Dallorso ME, Carfagnini JC. Nivles de Cobre, Hierro, Zinc y Selenio en bovinos del noroeste de la Provincia de Buenos Aires. *Rev. Arg. prod. Anim*. 2004; 24 (3-4):225-35
- Paglia DE & Valentine WN. 1967. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *J Lab Clin Med*. 70(1): 158-69.
- Pechín, G.H.; Cseh., s.; Corbellini, C.n.; Idiart, J.I.; Moralejo, r.; Visconti, M.; Drake, M.; Yarrar, M. - 1995 - Estudio de las deficiencias minerales en bovinos de carne en el departamento Maracó, provincia de La Pampa, Argentina. *Rev. Arg. Prod. Anim*. 15 (2): 492-494.
- Piper HG, Higgins G (1967) Estimation of trace metals in biological material by atomic absorption spectrophotometry. *Proc Assoc Clin Biochem* 7:190–195
- Rodríguez AM, Romero RA, Odriozola ER, García JA, Brambilla EC, Armendano JI, Canton GJ. Enfermedad del músculo blanco en terneros para cría en Provincia de Buenos Aires. X Reunión Argentina de Patología Veterinaria (RAPAVE). Santa Fe, del 24 al 26 de agosto 2016
- Sager, R. 1996. Situación de la deficiencia de zinc en la



Argentina. Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico. Memorias de la XIa Reunion Anual. Azul 5 y 6 de diciembre, Pag 85.

- Spears JW, Harvey RW, Segerson EC. Effects of marginal selenium deficiency and winter protein supplementation on growth, reproduction and selenium status of beef cattle. *J. Anim Sci.* 1986; 63(2):586-94

- Spears JW. Micronutrients and immune function in cattle. *Proc Nutr Soc.* 2000; 59(4):587-94. doi: 10.1017/s0029665100000835.

- Tapiero H, Townsend D, Tew K. The antioxidant role of selenium and selenocompounds. *Biomed Pharmacother.* 2003; 57(3-4), 134-144. doi: 10.1016/S0753-3322(03)00035-0.

# MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA PARA BEBIDA ANIMAL EN EL PARTIDO DE GENERAL VILLEGAS

Marianela Diez<sup>1\*</sup>; Miguel Bufarini<sup>1</sup>; Juan Amilcar Herrera<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA General Villegas

<sup>2</sup>AER General Villegas

diez.marianela@inta.gob.ar

## Palabras clave:

agua, consumo animal, sales, sulfatos.

## INTRODUCCIÓN

En producción ganadera, el agua se utiliza fundamentalmente para el aprovisionamiento de los animales, siendo los requerimientos muy variables en función de la especie animal, las condiciones ambientales y los distintos sistemas de producción (Cerezo, 2019). El consumo de agua de mala calidad lleva a una disminución en el consumo de alimentos, problemas digestivos, menor performance productiva, pérdida de estado y a una alteración de la reproducción. En la medida en que no se dispone de la calidad y cantidad de agua suficiente se limitará el consumo de materia seca y se puede dañar seriamente la salud de los animales. En cualquiera de los casos se afectará la producción de carne o leche. De aquí se desprende la necesidad de conocer y analizar la calidad de agua que se destina al consumo animal y como la misma repercutirá sobre la performance animal.

Las sales totales están dadas por la suma de todos los compuestos solubles del agua. Las mismas pueden estar presentes bajo la forma de cloruros, sulfatos (SO<sub>4</sub>), carbonatos y bicarbonatos de calcio (Ca), sodio (Na) o magnesio (Mg). Valores de sales < a 1,5 g l<sup>-1</sup> son consideradas "aguas poco engordadoras" y requieren de suplementación mineral tanto en vacas de cría, tambo o invernada. En contraste, aquellas aguas que poseen entre 2- 4 g l<sup>-1</sup> de sales se consideran "aguas engordadoras" y por lo general no requieren de suplementación mineral. Cuando los niveles de sales exceden los 10 g l<sup>-1</sup> es desaconsejable su uso.

Entre las sales contenidas en el agua, los sulfatos y cloruros son los que en general resultan más perjudiciales para la salud y la producción cuando están en exceso. Así, se ha informado que elevadas concentraciones de sulfatos afectan negativamente a los microorganismos ruminales, disminuyendo su número y en consecuencia la actividad metabólica microbiana total (Block et al., 1951; Loneragan et al., 2001).

Los sulfatos otorgan al agua propiedades purgantes y también el característico sabor amargo que para animales no adaptados puede ser una restricción seria. Está comprobado que con niveles relativamente bajos (aproximadamente 0,5 g l<sup>-1</sup>) se producen interferencias con la absorción de cobre (Cu) y tal vez también con el Ca, Mg y fósforo (P). Para animales adaptados, el valor máximo tolerable de sulfatos es de 4 g l<sup>-1</sup>. El sulfato de Na hasta 1 g l<sup>-1</sup> favorece la digestión de celulosa y un mayor consumo de alimentos. El NRC (2001) recomienda que, para terneros, el agua debe contener menos de 0,5 g l<sup>-1</sup> de sulfatos y para los adultos menos de 1 g l<sup>-1</sup>. Ante conte-

nidos superiores a 1,5 g l<sup>-1</sup> es probable que se comiencen a tener problemas y los animales eviten consumirla. El objetivo de este trabajo fue tipificar aguas para consumo animal según la relación de sales beneficiosas (SB) y sales perjudiciales (SP) de aguas pertenecientes al partido de General Villegas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Sobre un total de 175 análisis de muestras de agua de establecimientos pertenecientes al partido de General Villegas y analizadas en tres laboratorios privados, se determinó la relación entre las variables ST y SO<sub>4</sub> y entre ST y SB. Se calculó el valor promedio, máximos y mínimos para ST, SP (contenido de SO<sub>4</sub>), SB y la relación SB:SP. También se determinó el tipo de agua según las sales totales (ST; g l<sup>-1</sup>), SP como la concentración de SO<sub>4</sub> y el cálculo de SB.

La relación SB: SP es uno de los métodos que permite categorizar calidad de agua para consumo bovino a partir de la cantidad de ST del agua. Con los resultados de ST y los de concentración de SO<sub>4</sub> de las 175 muestras de calidad de agua, se calculó la cantidad de sales beneficiosas.

$$\text{Sales beneficiosas (SB)} = \text{Sales totales (ST)} - \text{sulfatos (SO}_4\text{)}$$

Por ejemplo, un pozo de agua contiene 3 g l<sup>-1</sup> de ST y una concentración de 0,7 g l<sup>-1</sup> de SO<sub>4</sub>.

$$\begin{aligned} \text{SB} &= 3 \text{ g l}^{-1} - 0,7 \text{ g l}^{-1} \\ \text{SB} &= 2,3 \text{ g l}^{-1} \end{aligned}$$

## La relación de SB: SP es 2:1.

Ingresando por la cantidad de sales totales y la relación obtenida se clasificó el agua en calidad: muy buena, buena, regular, mala, no apta (Tabla 1, Sager, 2000).

## Interpretación de la clasificación:

**MUY BUENA:** a no ser que en la zona exista alguna deficiencia específica de cobre, magnesio o fósforo no requieren suplementación, si así fuera, la mezcla mineral: sal (50:50) u otra mezcla comercial es lo apropiado.

**BUENA:** la relación 1:0 por la cantidad de sales totales es deficiente, por lo que requiere suplementación con minerales, en el caso de vacas de cría, la mezcla debiera tener mezcla mineral: sal (50:50) o mezclas comerciales

**Tabla 1.** Clasificación de las aguas de acuerdo con sales totales y relación sales beneficiosas: sales perjudiciales y caracterización según el tipo de agua: muy buena, buena, regular, mala, y no apta (Sager, 2000).

Sales totales	Muy buena	Buena	Regular	Mala	No apta
1		1:0	0:1		
2	2:0	2:1	1:1 - 0:2		
3	3:0	4:0-3:1	1:2	0:3	
4			2:2	1:3	0:4
5			5:0 - 4:1 - 3:2	2:3	1:4 - 0:5
6				6:0 - 5:1	2:4 - 1:5
				4:2 - 3:3	0:6
7					7:0 - 6:1 - 5:2
					4:3 - 3:4 - 2:5
					1:6 - 0:7
8					8:0 - 7:1 - 6:2
					5:3 - 4:4 - 3:5
					2:6 - 1:7 - 0:8

con aproximadamente 50% de sal común. Las otras relaciones tienen nivel alto de sales totales, puede producir algún problema de diarrea en animales no adaptados, tiene predominio de sales beneficiosas, si se requiere la suplementación mineral la mezcla con sal común no debe exceder el 30%. Sería recomendable en la relación 3:1, la inoculación de Cu.

**REGULAR:** la composición de aguas regulares es muy variable, aquellas que tengan bajos niveles de sales totales, pero con predominio de sulfatos requieren suplementación con cobre. Las que poseen altos niveles de sales beneficiosas pueden presentar trastornos gastrointestinales, pero es factible que los animales se adapten. Cualquier mezcla mineral que se use debe tener una baja proporción de sal (30% o menos). En estas condiciones es poco efectiva la suplementación oral.

**MALA:** no es aconsejable su uso, sobre todo aquellas con predominio de sulfatos. La producción se ve seriamente comprometida, es necesario el acostumbramiento de los animales, sino puede inducir intoxicaciones y muerte.

**NO APTA:** está fuera de toda consideración, se restringe su consumo y afecta severamente la producción.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra la relación lineal entre S04, ST y SB. Los S04 y las ST están asociadas positivamente ( $R^2=0,71$ ); es decir, aguas con altos contenido de sales se asocian a aguas con alta concentración de S04 (Figura 1, superior) mientras que las SB y sales totales muestran una asociación positiva y aún mayor ( $R^2=0,95$ ).

En base al promedio de las 175 muestras en función a ST, S04, y SB, la calidad del agua sería BUENA (Tabla 2). La variabilidad es alta, hay establecimientos que cuentan con un valor máximo de ST por encima de 16 g

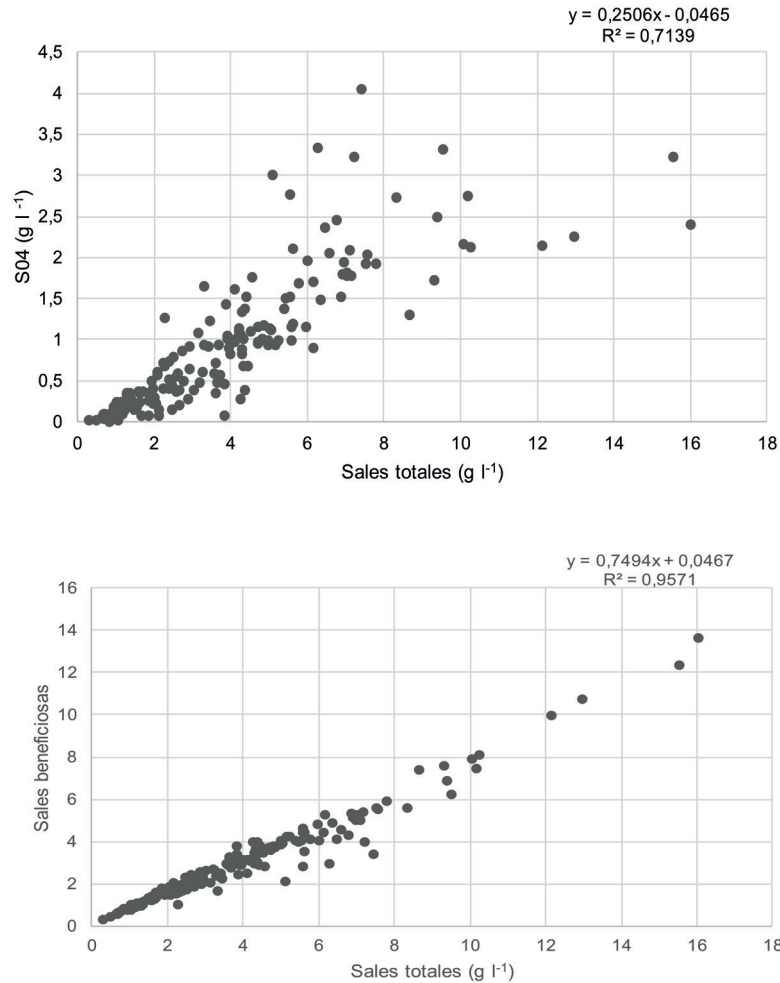
l-1 y 4,05 de S04 g l-1 la cual se considera NO APTA para consumo animal; mientras que otros cuentan con aguas de bajo tenor salino (<0,5 g l-1 de ST) y bajo o nulo nivel de S04 (0 g l-1) para lo cual se requiere suplementación mineral, independientemente de la categoría animal.

Si analizamos en valor absoluto cada relación, la proporción de calidad de agua, cambia (Figura 2). Es decir, hay 24 establecimientos con agua "MUY BUENA" (14%), 79 establecimientos con agua "BUENA" (45%), 33 establecimientos con agua "REGULAR" (19%), 15 establecimientos con agua "MALA" (9%) y 24 establecimientos con agua "NO APTA" (14%).

Es preciso considerar que este análisis proviene de informes de resultados calidad de agua realizados voluntariamente por productores o asesores de establecimiento de General Villegas sin diseño de muestreo, georreferenciación o conocimiento de los motivos de su realización. No obstante, cabe destacar que es la primera vez que se realiza un análisis de estas características con un número importante de muestras de aguas para el consumo de bovinos en el partido de General Villegas.

De esta evaluación simple de calidad que contempla la relación SB: SP se observa que más del 40% de las aguas analizadas tienen limitaciones para el consumo en la producción bovina (sumatoria agua regular, mala y no apta). Al menos el 23% de las muestras corresponden a aguas malas o no aptas con características físico-químicas capaces de afectar la producción y la salud de los bovinos.

Se requiere más investigación que permita conocer la distribución geográfica y el impacto productivo potencial de la calidad de las mismas en la producción bovina regional.



**Figura 1.** Relación entre sales totales (ST) y sulfatos (S04; figura superior) y entre sales beneficiosas (SB) y ST (figura inferior), de 175 muestras de agua del Partido de General Villegas.

**Tabla 2.** Valor promedio, máximo y mínimo de sales totales (g l<sup>-1</sup>), sulfatos (S04g l<sup>-1</sup>), sales beneficiosas y relación SB: SP de 175 muestras de agua pertenecientes al partido de General Villegas.

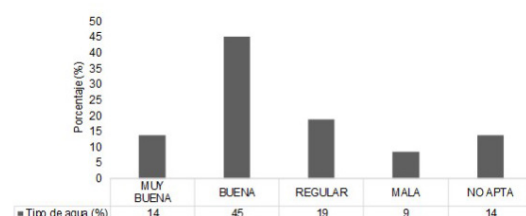
	Sales totales g l <sup>-1</sup>	S04 g l <sup>-1</sup>	Sales beneficiosas	relación SB:SP
Promedio	3,83	0,91	2,91	3:1
Máximo	16,02	4,05	13,62	14:4
Mínimo	0,31	0	0,29	0:0

## CONCLUSIONES

El 42 % de las aguas del partido de General Villegas pueden ser clasificadas como regulares, malas o no aptas para el consumo en bovinos en base a la concentración de sales totales y a la relación de sales beneficiosas y perjudiciales.

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la valiosa colaboración de las Ing. Agr Claudia Andreani y Fabiana Sánchez y de la Geóloga María Pepi, titulares de los laboratorios Neolab, Centro de Acopiadores del partido y Agros respectivamente todos de General Villegas.



**Figura 2.** Proporción de tipos de agua, según la relación SB: SP para 175 muestras pertenecientes al partido de General Villegas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Cerezo, C. 2019. Análisis de agua para el consumo de animales de producción ganadera. Informe final práctica supervisada. Disponible en: <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4208/An%C3%A1lisis%20de%20aguas%20para%20el%20consumo%20de%20animales%20de%20producci%C3%B3n%20ganadera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Block R J, J A Stekol, J K Loosli. 1951. Synthesis of sulfur amino acids from inorganic sulfates by ruminants II. Synthesis of cystine and methionine from sodium sulfate by the goat and by the microorganisms of the rumen of the ewe. Arch Biochem Biophys 33, 353-363.
- Loneragan G H, J J Wagner, D H Gould, F B Garry, M A
- Thoren. 2001. Effects of water sulfate concentrations on performance, water intake, and carcass characteristics of feedlot steers. J Anim Sci 79, 2941-2948.
- Sager, R. 2000. Agua para bebida de bovinos. Disponible en: Sitio Argentino de Producción Animal [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

# PRODUCCIÓN ACUMULADA Y PERSISTENCIA DE ALFALFAS PURAS O CONSOCIADAS CON FESTUCA

Cecilia Sardiña  
EEA INTA Gral. Villegas  
sardinia.cecilia@inta.gob.ar

## Palabras clave:

producción acumulada, persistencia, alfalfa, festuca, consociadas.

## INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una leguminosa muy importante en nuestros sistemas productivos, siendo la principal especie forrajera del país y la base de la producción de carne y leche en la región Pampeana (Basigalup & Rossanigo, 2007). A su vez, dentro de las gramíneas perennes templadas más difundidas se encuentra festuca alta (*Festuca arundinacea*). La producción de forraje total y estacional de esta gramínea es diferente según el ecotipo sea provenientes del norte de Europa o mediterráneos. Las variedades del tipo continental (originarias de Europa continental), crecen durante todo el año presentando un alto crecimiento estival. Por otro lado, las variedades del tipo mediterráneo se caracterizan por poseer dormancia estival y adaptarse mejor, que las continentales, a regiones con veranos secos.

Las pasturas consociadas con leguminosas juegan un rol crucial en la rotación de los cultivos dándole una mayor sustentabilidad al sistema. La adecuada elección de especies y variedades, como así también las consociaciones que permitan optimizar sus rendimientos, calidad y persistencia son la base para dicha sustentabilidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción primaria acumulada de las tres temporadas y la persistencia final de distintas consociaciones de alfalfa con festucas de diferentes grupos de latencia o ecotipos y cuantificar las mismas variables para las especies puras.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la EEA INTA General Villegas. Se sembró el 16/4/19, a 20 cm, todas las especies en todos los surcos, en el caso de las consociadas. Los tratamientos fueron: Festuca mediterránea Temora (**FM**); Festuca continental Fortuna INIA (**FC**); Alfalfa Indiana, grupo 7 (**A7**); Alfalfa PGW931, grupo 9 (**A9**); Alfalfa grupo 7+ Festuca mediterránea+ (**A7+FM**); Alfalfa grupo 9+ Festuca mediterránea (**A9+FM**); Alfalfa grupo 7+ Festuca continental (**A7+FC**); Alfalfa grupo 9+ Festuca continental (**A9+FC**) y Festuca mediterránea+ Festuca continental (**FM+FC**). La densidad fue de 20 kg ha<sup>-1</sup> en alfalfas y festucas puras y 12 y 8 kg ha<sup>-1</sup> en alfalfa + festuca, respectivamente. Se evaluó producción durante tres temporadas y persistencia final.

El ensayo se realizó en la EEA INTA General Villegas, sobre un suelo franco arenoso con 2,03 % de materia orgánica, 6,1 de pH, 10,2 ppm de fósforo y 0,56 dS m<sup>-1</sup> de conductividad eléctrica. El tamaño de parcelas fue de 6 m<sup>2</sup>. Se fertilizó a la siembra con 200 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamónico (11-52-0). En la totalidad de la parcela se midió, producción de materia seca (PMS) total acumu-

lada. Cada corte se realizó con motosegadora de 1 m de ancho, en la totalidad de la parcela, por encima de 5 cm de altura. La cobertura se estimó al inicio del primer ciclo productivo y al finalizar el último ciclo productivo, de manera indirecta y por fórmula, a través de la medición de espacios vacíos en cada surco, estableciendo un espacio como vacío cuando éste fue mayor a 15 cm (Cobertura:  $100 - [\text{espacios vacíos} * 0,5]$ ). A través de la cobertura se estimó la persistencia (Persistencia:  $100 - [(\text{cobertura inicial} - \text{cobertura final}) / \text{cobertura inicial}] * 100$ ). El diseño fue en bloques completos al azar con 4 repeticiones y se realizó un análisis de varianza para las variables estudiadas. Las medias se compararon utilizando el test DGC (InfoStat, 2020) con un nivel de significancia del 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos que mayor producción acumulada alcanzaron fueron los que incluyeron A9 pura o consociada (55935 kg MS ha<sup>-1</sup>), sin encontrarse diferencias significativas entre los mismos. A su vez A7 no se diferenció de A7+FC y ambos tratamientos superaron a lo alcanzado por A7+FM. Los tratamientos menos productivos fueron los que incluyeron festucas puras. FC y FC+FM no mostraron diferencias significativas entre sí y FM fue el tratamiento que menor producción acumulada logró. A7 se destaca por ser el tratamiento menos persistente (Tabla 1).

## CONCLUSIONES

En este experimento el cultivar de alfalfa sin latencia (pura o consociada) evaluado superó a la producción alcanzada por el cultivar con latencia (pura o consociada). Se observó la menor persistencia para el tratamiento que incluyó alfalfa con latencia pura, sin diferencias en el resto de los tratamientos. La festuca mediterránea evaluada mostró menor producción respecto al ecotipo continental, luego de tres años de evaluación.

## AGRADECIMIENTOS

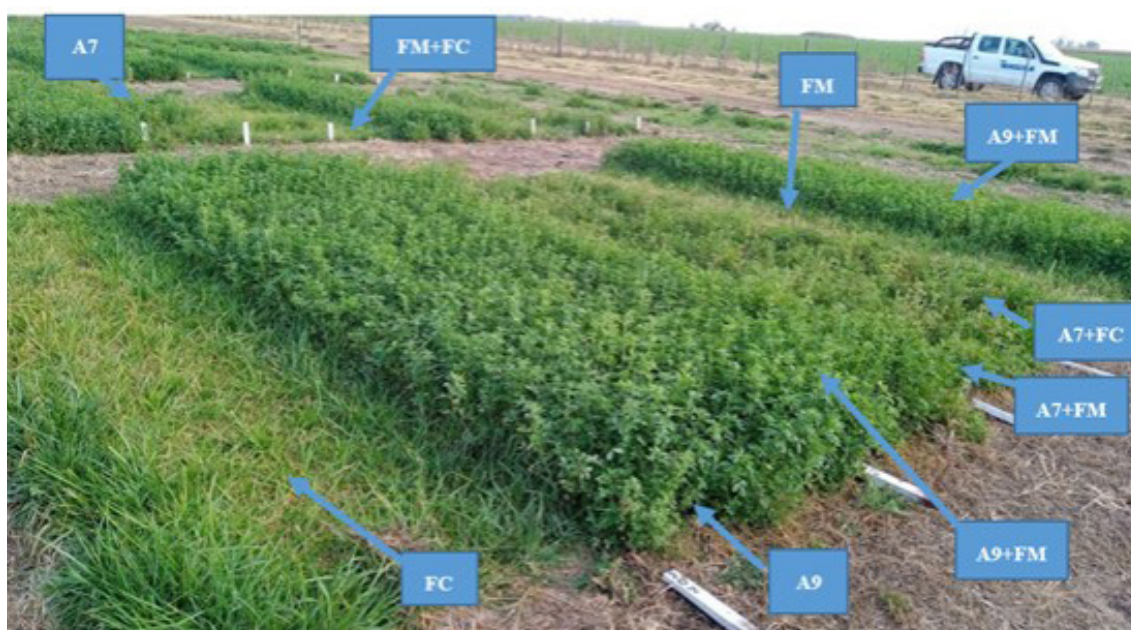
Se agradece la empresa PGG Wrightson Seeds por el aporte de semillas y al proyecto de pasturas templadas de INTA (PE-I007).

## BIBLIOGRAFÍA

• Basigalup D. y Rossanigo R. 2007. Panorama actual de la alfalfa en la Argentina. En: El cultivo de la alfalfa en la Argentina. Ed: Basigalup D. Buenos Aires. Ediciones INTA. 479 p. ISBN: 978-987-521-242-8.

**Tabla 1.** Producción acumulada total (Kg MS ha<sup>-1</sup>) en los 3 años de evaluación y persistencia final (%) para cada tratamiento: Festuca mediterránea Temora (**FM**); Festuca continental Fortuna INIA (**FC**); Alfalfa Indiana, grupo 7 (**A7**); Alfalfa PGW931, grupo 9 (**A9**); Alfalfa grupo 7+ Festuca mediterránea+ (**A7+FM**); Alfalfa grupo 9+ Festuca mediterránea (**A9+FM**); Alfalfa grupo 7+ Festuca continental (**A7+FC**); Alfalfa grupo 9+ Festuca continental (**A9+FC**) y Festuca mediterránea+ Festuca continental (**FM+FC**)

Tratamiento	Producción de materia seca acumulada total (Kg ha <sup>-1</sup> )	Persistencia (%)
<b>A9</b>	58474 A	95,6 A
<b>A9+FC</b>	57634 A	91,1 A
<b>A9+FM</b>	57141 A	95,8 A
<b>A7</b>	51634 B	86,1 B
<b>A7+FC</b>	51085 B	92,3 A
<b>A7+FM</b>	48102 C	96,2 A
<b>FC</b>	27004 D	93,1 A
<b>FC+FM</b>	26891 D	90,4 A
<b>FM</b>	22576 E	95,5 A
<b>Promedio</b>	44504	92,9
<b>EE</b>	983	2,12



**Foto 1.** Diferencia visual entre algunos tratamientos previos al corte mayo 2022.

● Di Rienzo J.A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; Gonzalez L.; Tablada M.; Robledo C.W. InfoStatversión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

● Sardiña C. y Diez M. 2021. Producción y persistencia del primer año en pasturas puras o consociadas de alfalfa y festuca con diferente estacionalidad. Revista Argentina de Producción Animal. Vol 41 SUPL. 1: 41-135.

# PRODUCCIÓN FORRAJERA ESTACIONAL DE CULTIVARES DE *LOLIUM MULTIFLORUM* LAM. EN DIFERENTES LOCALIDADES

Daniel Méndez<sup>1\*</sup>, Karina Frigerio<sup>2</sup>, María Ruiz<sup>3</sup>, Laura Fontana<sup>3</sup>, Luis Romero<sup>4</sup>, Pablo Barbera<sup>5</sup>, Alejo Ré<sup>6</sup>, Agustín González<sup>7</sup>, Gonzalo Pérez<sup>8</sup>, Juan José Gallego<sup>9</sup>, Fernanda Neira Zilli<sup>9</sup>, José Otondo<sup>10</sup>, Mariano Cicchino<sup>10</sup>, Matías Bailleres<sup>10</sup>, Esteban Melani<sup>10</sup> y Juan Mattera<sup>11</sup>  
EEA's INTA <sup>1</sup>Gral. Villegas, <sup>2</sup>San Luis, <sup>3</sup>Anguil, <sup>4</sup>Rafaela, <sup>5</sup>Mercedes (Ctes.), <sup>6</sup>Concepción del Uruguay,

<sup>7</sup>Bordenave, <sup>9</sup>Viedma, y Pergamino<sup>11</sup> AER's INTA 8Bolívar y <sup>10</sup>Chascomús

[mendez.daniel@inta.gov.ar](mailto:mendez.daniel@inta.gov.ar)

## Palabras clave:

producción forrajera, raigrás anual, localidades

## INTRODUCCIÓN

El efecto de interacción genotipo×ambiente se manifiesta cuando los cultivares (genotipos) obtienen producciones de biomasa de forma distinta entre localidades (ambientes). También se puede explicar cómo cambios de ranking de uno o varios cultivares a través de las localidades. El objetivo del trabajo fue conocer la producción estacional de forraje de variedades de *Lolium multiflorum* Lam. (raigrás anual) en distintas localidades de Argentina y analizar la variación producida entre las mismas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 14 cultivares comerciales de raigrás anual, 5 diploides (Don Dino [**DIN**], Camaro [**CAM**], Nervión [**NER**], Catus [**CAT**] y Rápido [**RAP**]) y 9 tetraploides (Don Gianni [**GIA**], Maximus [**MAX**], Bar HQ [**BHQ**], Sancho [**SAN**], Bill Max [**BMAX**], Campero [**CAM**], Barturbo [**BAR**], Winter Star 3 [**WST**] y Magno [**MAG**]). El experimento se implantó en 2022 en suelos ganaderos representativos en Anguil (**ANG**), Rafaela (**RAF**), Concepción del Uruguay (**CON**), Bordenave (**BOR**), Bolívar (**BOL**), Gral Villegas (**VIL**), Chascomús (**CHA**), Pergamino (**PER**) y Mercedes (Corrientes; **MER**) en secano y Viedma (**VDM**) con riego. Se analizaron valores de acumulación de forraje hasta el 21/09 (**INV**) y hasta 30/10 (**PRIM**) y acumulado anual (**TOTAL**). El análisis de interacción genotipo×ambiente se hizo con el modelo AMMI, que utiliza los residuos debido al efecto de interacción bajo el análisis de componentes principales, que permite describir la relación de la producción entre localidades y cultivares.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se produjo acumulación de materia seca durante el otoño. En INV MER (5451,8 ± 459,8 kg MS ha<sup>-1</sup>) fue la localidad con las mayores producciones, y VDM (798,9 ± 339,6 kg MS ha<sup>-1</sup>) y RAF (181,2 ± 43,3 kg MS ha<sup>-1</sup>) tuvieron las menores producciones. De los materiales, CAT (2689,4 ± 1813,1 kg MS ha<sup>-1</sup>) alcanzó el rendimiento más alto, mientras que WST (2111,1 ± 1460,6 kg MS ha<sup>-1</sup>) fue el de menor. BMAX y CAM fueron los materiales con mayor influencia en la variabilidad debida a la interacción genotipo×localidad.

En PRIM la localidad con la producción más alta fue BOL (6607,34 ± 1153,5 kg MS ha<sup>-1</sup>), siendo RAF (136,7 ± 33,2 kg MS ha<sup>-1</sup>) la localidad con la menor producción. En cuanto a los materiales, el más productivo fue MAX (3129,1 ± 2236,0 kg MS ha<sup>-1</sup>) y el menos productivo fue RAP (2476,3 ± 1881,1 kg MS ha<sup>-1</sup>). CHA fue la localidad que mayor peso obtuvo en la interacción genotipo×ambiente en PRIM. El material que mayor interacción genotipo×localidad presentó en PRIM fue RAP.

Para TOTAL la localidad con mayor producción de materia seca fue BOL con 10840,8 ± 1144,3 kg MS ha<sup>-1</sup>. RAF fue la localidad que menos acumuló en las dos estaciones de crecimiento, con 317,8 ± 76,3 kg MS ha<sup>-1</sup>. En cuanto a los materiales, MAX (5262,5 ± 3162,8 kg MS ha<sup>-1</sup>) fue el que mayor producción acumulada alcanzó en todo el ciclo, resultando el material CAM (4686,7 ± 2651,8 kg MS ha<sup>-1</sup>) el de menor producción acumulada.

**Tabla 1.** Localidades (LOC) y materiales (MAT) de raigrás anual con mayor y menor producción (kg MS ha<sup>-1</sup>) en los cortes de invierno (INV), primavera (PRI) y acumulado (TOTAL) y producción promedio general en cada estación para el año 2022.

	INV		PRI		TOTAL	
	LOC	MAT	LOC	MAT	LOC	MAT
<b>Mayor valor</b>						
Nombre	Mercedes	Catus	Bolívar	Maximus	Bolívar	Maximus
Valor	5451,8±459,8	2689,4±1813,1	6607,3±1153,5	3129,1±2236,2	10840,8±1144,3	5262,5±3162,8
<b>Menor valor</b>						
Nombre	Rafaela	Winter Star	Rafaela	Rápido	Rafaela	Camaro
Valor	181,2±43,3	2111,1±1460,6	136,7±33,2	2476,3±1881,1	317,8±76,3	4686,7±2651,8
Promedio general	2440,4±1632,6		2795,1±1935,0		4981,4±2740,4	



## **CONCLUSIONES**

Los resultados de un ciclo de crecimiento aportan información preliminar sobre la adaptación de diferentes variedades de raigrás anual a las diferentes localidades, y sugieren la existencia de variabilidad en la distribución estacional y entre localidades de la productividad forrajera que permitirían desarrollar cadenas forrajeras más estables.

## **AGRADECIMIENTOS**

Es de destacar la vinculación mediante la cual la Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires ha prestado una significativa colaboración en la definición de los materiales, así como también para la realización de los ensayos.

\*Esta información fue presentada en forma de resumen en el 46° Congreso Argentino de Producción Animal que se realizó en Pergamino del 13 al 15 de septiembre de 2023.

# RELACIÓN ENTRE EL COLOR, LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y LA DIGESTIÓN RUMINAL IN SITU DE LA MATERIA SECA Y DE LA PROTEÍNA EN GRANOS DE MAÍZ DE ARGENTINA, BRASIL Y ESTADOS UNIDOS

Lucas González<sup>1,2,3,\*</sup>; Guillermo F. Schroeder<sup>4</sup>; Nicolas DiLorenzo<sup>5</sup>; Gustavo Jaurena<sup>3</sup>; Daniel G. Méndez<sup>1</sup>; Juan C. Elizalde<sup>6</sup>; Irene Ceconi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INTA EEA General Villegas - <sup>2</sup>Facultad de Agronomía UBA <sup>3</sup>CONICET <sup>4</sup>Cargill Animal Nutrition & Health Innovation Campus, Elk River, MN, USA <sup>5</sup>North Florida Research and Education Center,

University of Florida, Marianna, FL, USA; <sup>6</sup>Asesor privado [gonzalez.lucas@inta.gov.ar](mailto:gonzalez.lucas@inta.gov.ar)

## Palabras clave:

ganado de carne, dureza del grano de maíz, digestión ruminal de nutrientes.

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el principal cereal utilizado para la alimentación a corral en Argentina. Se incluye en las dietas de terminación en una elevada proporción (e.g., 75 a 90% en base materia seca [MS]) debido a su gran contenido de almidón y, en consecuencia, contenido energético (1,4 Mcal.kg de MS-1 de Energía Neta para ganancia de peso). El endosperma representa alrededor del 90% de la masa del grano y se compone de, aproximadamente, 80% de almidón y de 8 a 15% de proteína bruta (PB). El almidón del maíz se compone de aproximadamente 75 a 80% de amilopectina y de 20 a 25% de amilosa (Hamaker et al., 2019).

Los genotipos de maíz dentados (*Z. mays* ssp. *Indentata*) representan el cruzamiento de los tipos flint (*Z. mays* ssp. *Indentura*) con los harinosos (Corona et al., 2006). Presentan un endosperma vítreo en la zona exterior y un endosperma harinoso hacia el interior que se extiende hasta la corona (Chandrashekar & Mazhar, 1999; Martínez et al., 2022). Los términos duro, vítreo, translúcido y córneo se suelen usar como sinónimos para caracterizar al endosperma exterior, mientras que los términos harinoso y opaco suelen utilizarse como términos intercambiables en referencia al endosperma interno (Dombrink-Kurtzman & Bietz, 1993). Las proporciones de las dos zonas varían según el genotipo y las condiciones ambientales. Sin embargo, la proporción de endosperma de textura dura es mayor en los genotipos flint respecto a los genotipos dentados (Martínez et al., 2022). Los granos flint se cultivan mayoritariamente en Sudamérica y Europa, mientras que los híbridos de endosperma dentado son típicos de Norteamérica (Philippeau et al., 1999; Correa et al., 2002; Soderlund & Owens, 2006; Portela Santos et al., 2016; Abdala et al., 2018).

Las propiedades fisicoquímicas del grano de maíz dependen de sus componentes estructurales. Los pigmentos carotenoides han sido extensamente asociados con los atributos de color de los granos de maíz (Saenz et al., 2020) siendo su concentración mayor en el endosperma vítreo (Saenz et al., 2021). En otro orden, en ambos tipos de endospermas, los gránulos de almidón se encuentran rodeados por una matriz proteica que contiene los cuerpos proteicos donde se deposita la zeína (Kljak et al.,

2011). En el endosperma vítreo, los gránulos de almidón están fuertemente empaquetados por una matriz proteica densa y continua, mientras que en el endosperma harinoso, la matriz proteica es fina y muestra numerosos espacios llenos de aire (Portela Santos et al., 2016; Kljak et al., 2018).

La vitrosidad (VIT) se define como la proporción másica de endosperma vítreo sobre el grano degerminado (Philippeau et al., 1999). El método para medir la VIT consiste en la disección manual de los granos, lo que requiere trabajo (Correa et al., 2002) y tiempo (Robutti et al., 1997). Por otro lado, la dureza del grano es una propiedad intrínseca de los mismos determinada por la composición proteica y la compacidad del arreglo estructural entre los gránulos de almidón y la matriz proteica (Portela Santos et al., 2016) que generalmente se mide por la resistencia a la molienda (Pomeranz et al., 1984) y depende del tipo de endosperma que predomina en el grano (Watson, 1988).

El color y diversas características fisicoquímicas del grano de maíz se han asociado con la dureza, entre ellos se incluyen: el color (amarillo a anaranjado-rojizo; valores L, a y b [espacio tridimensional del color Hunter Lab], Cromatía [C] y ángulo de matiz o ángulo Hue [H]), contenido de PB, zeínas y almidón, relación amilosa:almidón total, VIT, peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PH), test de flotación (FLO), densidad aparente del grano (DA) y relación de molienda (RM; relación entre el peso de partículas gruesas y el de partículas finas). Aunque existen discrepancias en la literatura, se ha aceptado que mayores valores de amarillez, PMG y FLO se asocian con granos menos duros o más dentados, mientras que mayores valores de anaranjado-rojizo, contenido de PB y zeínas, relación amilosa:almidón total, PH, DA y RM se relacionan con genotipos más duros o más vítreos (Pomeranz et al., 1986; Dombrink-Kurtzman & Bietz, 1993; Robutti, 1995; Shandera et al., 1997; Philippeau et al., 1999; 2000; Robutti et al., 2000; Correa et al., 2002; San Martín, 2003; Dillon, 2005; Lee et al., 2005; Corona et al., 2006; Narváez-González et al., 2006; Fox & Manley, 2009; Cirilo et al., 2011; Kljak et al., 2011; Gerde et al., 2016; Seifried et al., 2016; Abdala et al., 2018; Kljak et

al., 2018; Saenz et al., 2020). El híbrido, el sitio de cultivo, el manejo del cultivo (e.g., fecha de siembra, densidad de siembra, fertilización) y el año, interactúan y afectan las características fisicoquímicas del grano de maíz (Cirilo et al., 2011; Gerde et al., 2016; Harrelson et al., 2019; Saenz et al., 2020) y, consecuentemente, su digestibilidad (Harrelson et al., 2019). La tasa y el grado de digestión ruminal del almidón del maíz dependen de complejas interacciones entre los microorganismos del rumen, la estructura del grano y los métodos de procesamiento del grano (McAllister et al., 2007). Varios estudios han identificado mediciones asociadas a la dureza del grano relacionadas con los atributos físicos de los granos y, por consiguiente, con la disponibilidad ruminal del almidón (Correa et al., 2002) y con la eficiencia de conversión de novillos en terminación (Jaeger et al., 2006). Estos rasgos también afectan el sitio y la extensión de la digestión del almidón en el tracto gastrointestinal de los rumiantes (Philippeau et al., 1999), determinando la cantidad y la eficiencia de la energía obtenida por el animal a partir de este nutriente (Huntington, 1997).

El aumento de la VIT del grano se ha asociado con una disminución de la digestión in situ de la MS y del almidón en el rumen (Philippeau & Michalet-Doureau, 1997, 1998; Correa et al., 2002; Ngonyamo-Majee et al., 2008), principalmente debido a la existencia de una matriz proteica de prolamina que rodea los gránulos de almidón, la cual reduce la accesibilidad microbiana y la degradación por parte de los mismos (McAllister et al., 2007).

El método de referencia para determinar la degradabilidad ruminal de los nutrientes de los alimentos es la técnica de incubación in situ que mide la desaparición en el tiempo de los mismos desde bolsas de nylon que contienen muestras de alimentos para el ganado (Vanzant et al., 1998). En efecto, se considera que la DegMS in situ es la mejor medida del valor nutricional de híbridos de maíz para el ganado de terminación en lugar de las mediciones in vivo (Harrelson et al., 2019). Sin embargo, dicha técnica es laboriosa y requiere mucho tiempo; las incubaciones y los análisis de los residuos de los alimentos suelen durar varias semanas (De Boever et al., 2005).

Como resultado de lo mencionado en los párrafos anteriores, el almidón y la proteína degradable en rumen derivados del grano de maíz que estarán potencialmente disponibles para la fermentación microbiana ruminal, pueden variar significativamente con la textura del grano, la cual difiere según el genotipo y las condiciones ambientales a las que fue sometido el cultivo. Una caracterización exhaustiva del valor nutricional de los granos de maíz para rumiantes requiere, en primera instancia, un conocimiento de la DegMS de dichos granos. Por ello, identificar rasgos fisicoquímicos del maíz, diferentes de la medición de VIT por disección manual de los granos, y potencialmente correlacionados con la DegMS, facilitaría la predicción de su valor nutricional en comparación

con determinaciones más laboriosas que requieren más tiempo (i.e., la técnica de incubación ruminal in situ). Sin embargo, hasta la fecha, no existe información sobre el color y las propiedades asociadas a la dureza del grano de maíz y su relación con la degradación ruminal in situ de la MS para muestras de granos de maíz de orígenes y características contrastantes evaluados en forma concurrente. Se hipotetiza que el color, los rasgos fisicoquímicos y la desaparición ruminal in situ de los nutrientes pueden variar notablemente debido a los rasgos asociados a la dureza del maíz de muestras de diferentes orígenes, afectando así al valor nutricional de los granos. En el presente estudio, se evaluó el efecto del origen del grano de maíz sobre: Experimento 1 - el color y los rasgos fisicoquímicos y Experimento 2 - la digestibilidad ruminal in situ de la MS luego de 22 horas de incubación en muestras de maíces argentinos (AR), brasileños (BR) y norteamericanos (US). Luego, se investigó la relación del color y los rasgos fisicoquímicos con la DegMS.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el Experimento 1, parte de los granos de maíz fueron importados desde EE.UU. vía ROECYT (Certificado Fitosanitario AFIDI Nro. AR-302530). Para el Experimento 2, el procedimiento de cuidado y manejo de animales fue aprobado por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales del INTA (CICUAE; protocolo #28-2021). El Experimento 2 se realizó en febrero del año 2023 en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA General Villegas, Buenos Aires, Argentina (-34.866242, -62.781375).

### Muestras de granos de maíz

Se utilizaron 48 muestras de granos de maíz representativos de los genotipos habitualmente cultivados y potencialmente utilizados como ingredientes dietarios para alimentación del ganado en Argentina, Brasil y los EE.UU. Los tratamientos (3) consistieron en el factor origen del grano de maíz. Las muestras de granos AR y BR provinieron de genotipos que se cultivaron en zonas templadas y subtropicales de Argentina, respectivamente, mientras que las muestras US se cultivaron en EE.UU.

### Experimento 1 - Color del grano de maíz y rasgos asociados a la dureza.

Las mediciones de color se realizaron contrastando visualmente el color de cada muestra de grano de maíz con una carta de colores provista de 22 muestrarios desde amarillo a rojo-anaranjado. La carta fue desarrollada por Di Martino et al. (2003) en la Estación Experimental Agropecuaria de INTA Pergamino, Buenos Aires, Argentina. La determinación del PMG se realizó por cuadruplicado, contando y pesando muestras de 100 granos seleccionadas al azar. Los resultados de los 4 conjuntos fueron promediados y multiplicados por 10. El PH y el FLO se determinaron según lo indicado por la Resolución Nro. 757/97 (SAGPyA, 1997). La DA se midió según lo descrito por Correa et al. (2002) utilizando el método

del picnómetro. La RM se determinó según lo descrito por Cirilo et al. (2011). El contenido de PB se obtuvo a través del método de Kjeldahl (Method#981.10; AOAC, 1990). Todas las mediciones fueron realizadas por duplicado; los resultados de los duplicados fueron promediados previamente a ser analizados estadísticamente.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software SAS utilizando la interfaz SAS Studio a través de SAS On Demand for Academics (SAS Institute Inc., 2023). Los datos fueron analizados a través de PROC GLM según un diseño completamente aleatorizado. Las medias fueron comparadas a través de un test Tukey-Kramer.

## Experimento 2 – Degradabilidad ruminal in situ luego de 22 horas de incubación

Basándose en las recomendaciones de Vanzant et al. (1998), se utilizaron 2 novillos con fístula crónica de rumen (Aberdeen Angus colorados,  $908 \pm 10,6$  kg de peso vivo [PV]) para simular la digestión ruminal de muestras de grano de maíz mediante la técnica de incubación in situ de bolsas de nylon. Los novillos se adaptaron a una ración totalmente mezclada de 53,2:46,8 de relación forraje:concentrado durante 12 días antes del inicio del período experimental. Dicha dieta contuvo (base MS) 53,2% de ensilaje de maíz, 40% de maíz seco partido, 5% de poroto de soja entero, 1,5% de núcleo vitamínico-mineral sin monensina y 0,3% de urea. La dieta se preparó diariamente y se entregó a razón del 1,5% del PV (base MS), suministrándola, en partes iguales, a las 09.00 y 14.00 h. Para determinar la degradación ruminal in situ de la MS, una muestra de 100 g de cada una de las 48 muestras de maíz utilizadas en el Experimento 1, se molieron a través de una malla de 0,625 cm durante 10 seg en un molino Thomas-Wiley Nro. 4 (Arthur H. Thomas Co., Philadelphia, PA, USA) para simular una masticación en forma mecánica (Jaeger et al., 2006). Las bolsas (R1020, Ankom, Fairport, NY, USA; tamaño de poro:  $53 \pm 10 \mu\text{m}$ ; dimensiones internas:  $10 \times 20$  cm) se llenaron con  $3,9 \pm 0,07$  g de muestra (base MS), se plegaron y cerraron con precintos plásticos, se introdujeron en bolsas de red de lavandería y se colocaron en el saco ventral del rumen a las 11.00 h. Para la desaparición de nutrientes en el rumen, se incubaron 3 bolsas/muestra de maíz por novillo (2) y evento de incubación (2) separados por 48 h. Dos bolsas Ankom vacías y selladas fueron colocadas en cada bolsa de red para contabilizar la contaminación microbiana (blancos). Todas las bolsas se incubaron durante 22 horas, basándose en un tiempo medio de retención igual al 75% de una tasa de pasaje de  $3,44\% \cdot \text{h}^{-1}$  (Shain et al., 1999). Inmediatamente después de retiradas del rumen, las bolsas de red se sumergieron en agua fría durante 5 minutos para detener la actividad microbiana. Las bolsas Ankom se lavaron a máquina (5 ciclos de 1 min sin centrifugación) y después se abrieron y se lavaron suavemente bajo un flujo continuo de agua del grifo. Se dejaron escurrir y se secaron en una estufa

con circulación forzada de aire por 48 horas a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ . La fracción inmediatamente soluble (FS; partículas  $< 50 \mu\text{m}$ ), también conocida como Fracción A o tiempo cero, se determinó sumergiendo una bolsa Ankom por muestra de maíz en 4 eventos independientes en un baño de agua termostatazado de 30 L ( $39 \text{ }^\circ\text{C}$ , 15 min) y luego se lavaron y se secaron como se describió para las bolsas incubadas ruminalmente. Por último, los residuos fueron pesados.

La desaparición de la MS se analizó utilizando PROC MIXED de SAS. Se consideró un diseño en bloques completos aleatorizado (FS) o generalizado (DegMS). La bolsa Ankom fue la unidad experimental para la DegMS ( $n=12$ ) y la FS ( $n=4$ ). Los tratamientos fueron los 3 orígenes de las muestras de granos de maíz. El modelo para la DegMS incluyó al tratamiento como efecto fijo y, cuando correspondió, al animal y/o al evento de incubación como efectos aleatorios. El modelo para la FS incluyó el evento de incubación en el baño como efecto aleatorio. Cuando el P de tratamiento (origen; test F) fue inferior o igual a 0,10, las medias se compararon con un test t a través de la opción pdiff de la sentencia LSMEANS. Los efectos fueron considerados significativos cuando el P fue inferior o igual a 0,05.

Finalmente, se utilizó PROC CORR para probar la correlación entre la FS y la DegMS con el color y los rasgos fisicoquímicos de los granos de maíz. El resultado de la matriz de correlaciones se exploró mediante regresión lineal múltiple. Se ejecutó el algoritmo STEPWISE especificando las opciones selection=stepwise, slstay=0,05 y slentry=0,05 en la sentencia model de PROC REG para predecir la DegMS usando como predictoras las variables medidas en el Experimento 1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Experimento 1 - Color del grano de maíz y rasgos asociados a la dureza

Todos los rasgos relativos al color y a las características fisicoquímicas difirieron ( $P < 0,01$ ; Tabla 1) según el origen de los granos, siendo los maíces AR intermedios respecto a las propiedades asociadas a la dureza en comparación con los maíces BR y US, aunque más similares a los maíces BR.

Analizando muestras de granos de maíz que fluctuaron desde el rojo-anaranjado semi-flint al amarillo claro distintivamente dentado, nuestro estudio encontró una alta correlación entre el H, que osciló entre  $49,0$  y  $76,7^\circ$ , y la mayoría de los rasgos evaluados asociados a la dureza de los granos, coincidiendo con lo observado por San Martín (2003), Dillon (2005) y Saenz et al. (2020). El ángulo Hue estuvo relacionado ( $P \leq 0,07$ ) con el FLO, la PB, el PH, la DA y la RM ( $r = 0,43, -0,35, -0,28, -0,41$  y  $-0,51$ , respectivamente). Sin embargo, el PMG no se relacionó ( $P = 0,44$ ) con H. Se observaron valores más bajos de L, b, C y H y más altos de a en genotipos más

duros con respecto a los más harinosos o dentados. Los parámetros cromáticos medidos en nuestro estudio se diferenciaron ( $P \leq 0,03$ ) entre las muestras de granos AR y US, mientras que dichas variables medidas sobre las muestras BR fueron similares ( $P \geq 0,17$ ) a los granos AR y US (Tabla 1).

En nuestro trabajo observamos una DA media de 1,21, 1,28 y 1,29 g.cm<sup>-3</sup> para las muestras de maíces US, AR y BR, respectivamente (Tabla 1). De forma similar, Correa et al. (2002) declararon una DA media de 1,20 y 1,27 g.cm<sup>-3</sup> para 14 híbridos US y 5 BR, respectivamente.

× ambiente, respectivamente, sobre las características fisicoquímicas de maíces dentados o semi-dentados argentinos. Adicionalmente, los dos primeros autores estudiaron su correlato con la desaparición ruminal de la MS, el almidón y la PB. El primer autor reportó valores que oscilaron entre 78,3 y 81,1 kg.hL<sup>-1</sup>, 308 y 360 g, 1,20 y 1,32 g.cm<sup>-3</sup>, 10 y 41%, 3,67 y 4,82 g.g<sup>-1</sup> y 8,60 y 9,70% para PH, PMG, DA, FLO, RM y PB, respectivamente, para 39 genotipos divididos visualmente en tres grupos de color caracterizados por H. La segunda autora informó valores medios de 76,5 kg.hL<sup>-1</sup>, 3,46 g.g<sup>-1</sup>,

**Tabla 1.** Atributos de color y características fisicoquímicas de muestras de granos de maíces Brasileños (BR), Argentinos (AR) y estadounidenses (US)

Item	Origen <sup>1</sup>			P-Value
	BR	AR	US	
Nro. de muestras de granos de maíz, n <sup>2</sup>	4	29	15	—
<i>Atributos de color<sup>3</sup></i>				
L	70,7(2,58) <sup>ab</sup>	67,6(0,96) <sup>a</sup>	74,9(1,55) <sup>b</sup>	<0,01
a	31,6(3,35) <sup>ab</sup>	35,2(1,24) <sup>a</sup>	24,4(2,02) <sup>b</sup>	<0,01
b	90,5(4,84) <sup>ab</sup>	83,8(1,80) <sup>a</sup>	94,1(2,92) <sup>b</sup>	0,01
Chroma	95,9(2,98) <sup>ab</sup>	91,7(1,11) <sup>a</sup>	97,3(1,80) <sup>b</sup>	0,03
Ángulo Hue, °	70,7(3,27) <sup>ab</sup>	66,7(1,22) <sup>a</sup>	75,4(1,97) <sup>b</sup>	<0,01
<i>Características fisicoquímicas</i>				
Proteína bruta <sup>4</sup> , %	8,2(0,34) <sup>a</sup>	9,3(0,13) <sup>b</sup>	7,4(0,18) <sup>c</sup>	<0,01
Peso de mil granos <sup>5</sup> , g	358(11,5) <sup>a</sup>	286(4,3) <sup>b</sup>	310(5,9) <sup>c</sup>	<0,01
Peso hectolítrico <sup>6</sup> , kg.hL <sup>-1</sup>	81,6(0,83) <sup>a</sup>	77,4(0,31) <sup>b</sup>	73,3(0,43) <sup>c</sup>	<0,01
Test de flotación <sup>7</sup> , %	5(5,7) <sup>a</sup>	21(2,1) <sup>b</sup>	79(3,5) <sup>c</sup>	<0,01
Densidad aparente <sup>8</sup> , g.cm <sup>-3</sup>	1,29(0,014) <sup>a</sup>	1,28(0,005) <sup>a</sup>	1,21(0,007) <sup>b</sup>	<0,01
Vitrosidad estimada <sup>9</sup> , %	75,0(3,93) <sup>a</sup>	73,2(1,46) <sup>a</sup>	53,4(2,03) <sup>b</sup>	<0,01
Relación de molienda grueso:fino <sup>10</sup> , g.g <sup>-1</sup>	2,54(0,108) <sup>a</sup>	2,59(0,040) <sup>a</sup>	1,60(0,056) <sup>b</sup>	<0,01

<sup>1</sup>Los números entre paréntesis representan el error estándar de la media de tratamientos

<sup>2</sup>Cuatro muestras de genotipos US fueron descartadas para los análisis de atributos de color y el test de flotación debido a la presencia de escasas colonias superficiales de hongos; las mediciones se realizaron por duplicado, a menos que se especifique lo contrario

<sup>3</sup>Medido visualmente por contraste del color de los granos con una carta de colores (DiMartino et al., 2003) provista de 22 coordenadas según el espacio de color tridimensional (L, a y b) de Hunter Lab. El croma (C) y el ángulo Hue (H) se calculó como sigue  $C = ((a)^2 + (b)^2)^{1/2}$  and  $H = \tan^{-1}(b/a)$ , respectivamente. Este último va de 0° a 90°, lo que indica un cambio progresivo del rojo puro al amarillo puro

<sup>4</sup>Determinada por el método de Kjeldahl (%N × 6,25)

<sup>5</sup>Realizado mediante recuento y pesaje por cuadruplicado de muestras de 100 granos

<sup>6</sup>Evaluado con un condrómetro Schopper de ¼ L de capacidad

<sup>7</sup>Medido como porcentaje de granos que flotan en una solución de nitrato de sodio

<sup>8</sup>Evaluado mediante el método del picnómetro con agua destilada

<sup>9</sup>Estimada en función de la densidad aparente observada (DA) como sigue:  $-283,2 + 278,2 \times DA$  ( $R^2 = 0,76$ ,  $P < 0,001$ ; la DA varió desde 1,169 hasta 1,292 g.cm<sup>-3</sup>; Correa et al., 2002)

<sup>10</sup>Evaluado moliendo 50 g de granos enteros durante 12 s en un molino Stein. Se tamizó durante 1 min y pesó el material grueso retenido por el tamiz de 1,0 mm y el material fino que pasó por el tamiz de 0,5 mm.

<sup>abc</sup>Letras distintas indican diferencias ( $P \leq 0,05$ )

Por otro lado, San Martín (2003), Dillon (2005) y Saenz et al. (2020) evaluaron el efecto del híbrido, el color de los granos asociado al genotipo y la interacción genotipo

307 g, 1,17 g.cm<sup>-3</sup>, 39% y 8,76% para PH, RM, PMG, DA, FLO y PB, respectivamente, sobre 38 cultivares. Por último, Saenz et al. (2020) reportaron rangos de 242 a

319 g, 77,6 a 80,5 kg.hL<sup>-1</sup> y 1 a 58% para PMG, PH y FLO, respectivamente, entre 13 híbridos comerciales. Pese a alguna discrepancia en la metodología de evaluación de la DA y el FLO, los valores observados en nuestro estudio guardan relación con los antes mencionados. Sin embargo, se podría afirmar que el presente trabajo evidencia que los atributos asociados a la dureza de los granos de maíz de genotipos comerciales AR, potencialmente utilizados en la alimentación de bovinos para carne, se atenuaron (i.e., menores valores numéricos de PH y RM) en comparación con los trabajos conducidos por San Martín (2003) y Dillon (2005) hace dos décadas. Al respecto, Abdala et al. (2018) analizaron 32 genotipos comerciales de maíz liberados en Argentina entre 1965 y 2016 y hallaron efecto del genotipo sobre los atributos de dureza y la composición química de los granos, así como una correlación entre dichas características y el año de liberación del genotipo al mercado. De hecho, el PH disminuyó de 79,1 a 76,0 kg.hL<sup>-1</sup>, la VIT disminuyó de 100 a 1% (evaluado por conteo luego de la apreciación visual del endosperma en corte longitudinal de los granos) y la concentración de PB se redujo del 11,6 al 8,7%, mientras que FLO aumentó del 2 al 31% y la concentración de almidón aumentó del 69,8 al 72,3%. Dichos autores concluyeron que la dureza del grano y la concentración de PB disminuyeron, producto de la introducción de germoplasma dentado procedente de EE.UU. que lentamente está sustituyendo a los genotipos de endosperma tradicionalmente duro por genotipos de endosperma semi-dentados o dentados (Abdala et al., 2018). Por otra parte, algunos estudios estadounidenses han probado los efectos del híbrido y la variabilidad entre muestras de grano de maíz respecto a las características

g para PH y PMG, respectivamente, sobre 72 híbridos. En comparación con dichos valores, los promedios de PB, DA y PH observados en nuestro trabajo para las 15 muestras de granos estadounidenses fueron numéricamente menores, mientras que el FLO fue numéricamente superior. Dicha tendencia decreciente sobre los rasgos de dureza de los granos es coincidente con lo señalado anteriormente para los genotipos AR y guarda relación con el estudio de Scott et al. (2006) donde se investigó la caída y el aumento del contenido de PB y de almidón, respectivamente, en híbridos comerciales de maíces estadounidenses entre 1920 y 2001.

## Experimento 2 – Degradabilidad ruminal in situ luego de 22 horas de incubación

Al igual que en el Experimento 1, todas las variables medidas asociadas a la desaparición ruminal de nutrientes difirieron ( $P < 0,01$ ; Tabla 2) entre granos de diferente origen, siendo los maíces AR intermedios en degradabilidad respecto a las muestras de granos de maíces BR y US, aunque más similares a los maíces BR. Los incrementos relacionados con el origen de los granos para la FS y la DegMS de las muestras de maíces US en comparación con las muestras de granos BR y AR fueron de 119,6 y 75,7% y 30,6 y 21,3%, respectivamente.

Varios estudios estadounidenses evaluaron el efecto del genotipo en la desaparición de nutrientes de muestras de maíz seco cuya masticación fue simulada en forma mecánica (i.e., 10 seg, de molienda utilizando malla con orificios de 6,25 mm de diámetro). Harrelson et al. (2009), Jaeger et al. (2006) y Harrelson et al. (2019) observaron medias de 39,2, 59,9 y 53,8% para la DegMS a 22, 24 y

**Tabla 2.** Fracción soluble o desaparición de la MS luego de 0 horas de incubación (0-h) y digestión ruminal in situ de la MS y la PB luego de 22 horas de incubación (22-h) en muestras de granos de maíces Brasileños (BR), Argentinos (AR) y estadounidenses (US) molidas por 10 s en un Molino Thomas-Wiley Nro. 4 equipado con malla de 6,25 mm.

Item	Origen <sup>1</sup>			P-Value
	BR	AR	US	
Nro. de muestras de granos de maíz, n	4	29	15	—
Desaparición de la MS a las 0-h, % MS	5,6(0,40) <sup>a</sup>	7,0(0,32) <sup>b</sup>	12,3(0,33) <sup>c</sup>	<0,01
Digestión ruminal de la MS a las 22-h, % MS	47,1(1,89) <sup>a</sup>	50,7(1,74) <sup>b</sup>	61,5(1,77) <sup>c</sup>	<0,01

<sup>1</sup>Los números entre paréntesis representan el error estándar de la media de los tratamientos

<sup>abc</sup>Letras distintas indican diferencias ( $P \leq 0,05$ )

físicas de los granos. Además, algunos de ellos han correlacionado dichos atributos con la digestibilidad ruminal de la MS y del almidón. Lee et al. (2005) informaron rangos de 7,00 a 9,90%, 68 a 79 kg.hL<sup>-1</sup> y 1,20 a 1,32 g.cm<sup>-3</sup> para PB, PH y DA, respectivamente, cuando analizaron 248 muestras de granos de maíz. Jaeger et al. (2006) reportaron rangos de 311 a 344 g, 77,5 a 82,2 kg.hL<sup>-1</sup>, 13 a 97% y 9,02 a 10,09% para PMG, PH, FLO y PB, respectivamente, entre 7 híbridos comerciales. Harrelson et al. (2019) informó valores promedios de 76 kg.hL<sup>-1</sup> y 340

24 horas de incubación, respectivamente. Luebke et al. (2009) reportaron valores medios de 9,2 y 48,4% para la FS y la DegMS a las 22 horas, respectivamente. Por el contrario, en nuestro estudio obtuvimos medias de 12,1 y 61,5% para las mismas mediciones sobre muestras de granos US. Las diferencias entre los estudios pueden deberse al número de muestras evaluadas, al efecto ambiental sobre el genotipo, a las posibles ligeras diferencias en el tamaño de las partículas derivadas de la simulación mecánica de la masticación y a la alta variabilidad

de los resultados entre los estudios con el método *in situ* debido, entre otros factores, a la formulación de la dieta. Los coeficientes de correlación ( $P < 0,01$ ) de la DegMS con H, FLO, PH, DA, RM y PB, fueron 0,43, 0,80, -0,77, -0,71, -0,82 y -0,72, respectivamente; sin embargo, el PMG no se relacionó ( $P = 0,26$ ) con la DegMS. Analizando los atributos físicos generalmente asociados en la literatura en forma negativa a la dureza de los granos (i.e., FLO y PMG), hallamos una alta correlación ( $P < 0,01$ ) de FLO con la FS y la DegMS a las 22-h, pero no encontramos ninguna asociación entre el PMG y la FS, la DegMS o cualquier otro rasgo relacionado con la dureza a excepción del contenido de PB ( $r = -0,47$ ;  $P < 0,01$ ). La escasa asociación entre el PMG con buena parte de las variables medidas concuerda con los resultados de San Martín (2003) y de Dillon (2005) sobre genotipos AR. Aunque Harrelson et al. (2009) informaron una relación positiva fuerte ( $r = 0,90$ ;  $P < 0,05$ ) entre el PMG y la DegMS, Harrelson et al. (2019) hallaron una asociación negativa débil entre las mismas variables ( $r = -0,38$ ;  $P = 0,07$ ) contrastando 5 y 72 híbridos de maíces estadounidenses, respectivamente, como granos secos. Como se discutirá luego, estos antecedentes evidencian no sólo la incongruencia de resultados existentes sino también la escasa capacidad del PMG para predecir la desaparición ruminal de nutrientes y, por ende, el valor nutricional de granos de maíz, lo cual se opone a lo concluido por Jaeger et al. (2006) en un estudio de desempeño animal *in vivo*.

Con nuestro set de datos logramos establecer una ecuación predictiva para la DegMS ( $P < 0,01$ ) a las 22-h basadas en los atributos fisicoquímicos observados: DegMS, % =  $160,31 - 1,16 \times PH$  (kg.hL<sup>-1</sup>) -  $7,49 \times RM$  (g.g<sup>-1</sup>); RECM = 3,54,  $R^2 = 0,74$ ), donde RECM es la raíz del error cuadrático medio. Es decir que, el PH junto con la RM resultaron ser los predictores más adecuados para la estimación de la DegMS. A pesar de que la DA estuvo correlacionada ( $r = -0,71$ ;  $P < 0,01$ ) con la DegMS, el algoritmo STEPWISE descartó esta variable del modelo final, lo cual se contrapone a investigaciones previas de Philippeau et al. (1999) y Seifried et al. (2016) o Correa et al. (2002), quienes evaluaron maíces adaptados al oeste europeo o maíces BR y US, respectivamente. Considerando que la correlación entre la degradabilidad ruminal del almidón y de la MS reportada por Correa et al. (2002) fue de 0,98, la DegMS parece ser un predictor preciso de la degradación ruminal del almidón en granos de maíz. Teniendo presente dicha relación, se podrían analizar ecuaciones y variables predictoras establecidas por otros autores. Estudios europeos informaron ecuaciones para predecir la digestibilidad ruminal del almidón utilizando la DA y el PMG ( $R^2 = 0,91$ ; RECM= 0,8; Philippeau et al., 1999) o la DA ( $R^2 = 0,61$ ; RECM= 3,2) o la PB ( $R^2 = 0,66$ ; RECM= 3,0; Seifried et al., 2016). Correa et al. (2002) publicó la siguiente ecuación: degradabilidad del almidón, % almidón =  $333,96 - 220,75 \times DA$  ( $R^2 = 0,75$ ). Por el contrario, en el estudio de Harrelson et al. (2019)

no se pudo establecer una ecuación sólida de predicción de la DegMS basada en las características físicas evaluadas sobre los granos de maíz, siendo el PH la única medición incluida en el modelo (DegMS =  $129,51 - 1,29 \times PH$ ;  $R^2 = 0,14$ ).

## CONCLUSIONES

Los granos más harinosos, con valores de H y FLO más altos y valores de PH, DA, RM y PB más bajos, mostraron una mayor fracción soluble y una mayor degradabilidad de la MS respecto a las muestras de granos más duros. De hecho, el PH en combinación con la RM resultaron ser predictores fiables de la DegMS. En resumen, las propiedades asociadas a la dureza de las muestras de granos de maíces argentinos y brasileros contrastaron con las de las muestras provenientes de EE.UU. En términos generales, los maíces argentinos son intermedios entre los brasileros y estadounidenses, aunque más similares a los brasileros.

En consecuencia, especulamos que los menores requerimientos microbianos de proteína degradable en rumen observados en nuestros estudios previos (Romano et al., 2018; González et al., 2020; 2021; 2022) en comparación con los norteamericanos revisados por Ceconi (2014) podrían estar relacionados con la menor FS y DegMS asociada a rasgos intrínsecos del híbrido de maíz utilizado en nuestros trabajos. Por lo cual, los granos más duros proporcionarían una menor cantidad de esqueletos carbonados y de ATP para la síntesis de proteína microbiana. Sin embargo, resulta necesario coleccionar mayor información sobre las muestras de maíz utilizadas en el presente trabajo, es decir, analizar la degradabilidad de la PB y del almidón, realizar una caracterización química más detallada (e.g., contenido de almidón y zeínas, relación amilosa:amilopectina) y medir la tasa de degradabilidad ruminal de dichos granos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Walter R. Miranda, Laura Balbuena y Guillermo F. Schroeder (INTA EEA Gral. Villegas, Syngenta Agro S.A. y Cargill Animal Nutrition & Health Innovation Campus, respectivamente) por la ayuda brindada para coleccionar las muestras de granos de maíz. Además, apreciamos el apoyo y la colaboración recibida por el personal de campo y de laboratorio del INTA EEA Gral. Villegas y de la Asociación Cooperadora de la EEA Gral. Villegas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdala, L.J.; Vitantonio-Mazzini, L.N.; Gerde, J.A.; Ribes, F.M.; Murtagh, G.; Borrás, L. 2018. Dry milling grain quality changes in Argentinean maize genotypes released from 1965 to 2016. *Field Crops Research*, 226, 74-82. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.07.008>
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., method #981-10. AOAC International, Arlington, VA.

- Chandrashekar, A.; Mazhar, H. 1999. The biochemical basis and implication of grain strength in sorghum and maize. *J. Cereal Sci.* 30:193-207. <https://doi.org/10.1006/jcrs.1999.0264>
- Ceconi, Irene. 2014. Degradable intake protein supplementation through the inclusion of urea in finishing diets containing distillers grains: effects on feedlot cattle performance, ruminal fermentation, and feed digestibility. Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy, <https://hdl.handle.net/11299/163661>
- Cirilo A.G.; Actis, M.; Borrás, F.S.; Robutti, J.L.; Andrade, F.H.; Valentinuz, O.R. 2011. Crop management affects dry-milling quality of flint maize kernels. *Field Crops Res* 122:140–150. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.03.007>
- Corona, L.; Owens, F.N.; Zinn, R.A. 2006. Impact of corn vitreousness and processing on site and extent of digestion by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 84(11), 3020–3031. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-603>
- Correa, C.E.S.; Shaver, R.D.; Pereira, M.N.; Lauer, J.G.; Kohn, K. 2002. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *J. Dairy Sci.* 85(11): p.3008–3012. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74386-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74386-5)
- De Boever, J.L.; Aerts, J.M.; Vanacker, J.M.; De Brabander, D.L. 2005. Evaluation of the nutritive value of maize silages using a gas production technique. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 123, 255-265. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.04.019>
- Di Martino, A.M.; Robutti, J.L.; Cirilo, A. 2003. El uso de una carta cromática permite evaluar el efecto de distintas técnicas de manejo sobre la intensidad del color en grano de maíz colorado duro. *RTA. Vol. VIII (24):* 14-15. ISBN 0328-7750.
- Dillon, A. 2005. Utilización del grano de maíz en la alimentación de vacunos. Efecto del genotipo y del método de procesamiento sobre la digestión y la ganancia de peso en novillos. Tesis Doctoral. Área: Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA.
- Dombrink-Kurtzman, M.A.; Bietz, J.A. 1993. Zein composition in hard and soft endosperm of maize. *Cereal Chem.* 70, 105–108.
- Dombrink-Kurtzman, M.A.; Knutson C.A. 1997. A study of maize endosperm hardness in relation to amylose content and susceptibility to damage. *Cereal Chem* 74:776–780 <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1997.74.6.776>
- Fox, G.; Manley, M. 2009. Hardness methods for testing maize kernels. *J. Agric. Food Chem.* 57:5647–5657. <https://doi.org/10.1021/jf900623w>
- 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 Science*, 56(3), 1225-1233. <https://doi.org/10.2135/cropsci2015.08.0526>
- González, L.; Viano, S.; Méndez, D.; Jaurena, G.; Arroquy, J.I.; Elizalde, J.C.; Ceconi, I. 2022. Rumen degradable protein requirements in dry whole corn-based diet. *Communication. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 42 Supl. 1:281-329, p.292.* <https://www.aapa.org.ar/rapa/42/Supl2022.pdf>
- González, L.; Viano, S.; Davies, P.; Méndez, D.; Jaurena, G.; Arroquy, J.I.; Elizalde, J.C.; Ceconi, I. 2021. Requirements of rumen degradable nitrogen in finishing feedlot cattle fed a dry rolled corn-based diet. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 41 Supl. 1:217-248, pp.229.* <http://www.aapa.org.ar/rapa/41/1Supl2021.pdf>
- González, L.; Viano, S.; Davies, P.; Méndez, D.; Jaurena, G.; Arroquy, J.I.; Elizalde, J.C.; Ceconi, I. 2020. Requirements of rumen degradable nitrogen in finishing feedlot cattle fed a rolled high moisture corn-based diet. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 40 Supl. 1:369-404, pp.380.* <http://www.aapa.org.ar/rapa/40/Suplemento2020.pdf>
- Hamaker, B.R., Tuncil, Y.E., and Shen, X. 2019. Chapter 11: Carbohydrates of the Kernel. In: *Corn: chemistry and technology.* Serna-Saldivar, S.O. (Ed.). Third Edition. AACC International Press. pp. 305-318. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00011-5>
- Harrelson, F.W.; Luebbe, M.K.; Meyer, N.F.; Erickson, G.E.; Klopfenstein, T.J.; Jackson, D.S. and Fithian, W.A. 2009. Influence of corn hybrid and processing method on nutrient digestibility, finishing performance and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.*, 87(7): p.2323–2332. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1527>
- Harrelson, F.W.; Erickson, G.E.; Klopfenstein, T.J.; Jackson, D.S.; Clark, P.M.; Fithian, W.A. 2019. Influence of corn hybrid, kernel traits, location, and dry rolling or steam flaking on ruminal digestibility in beef cattle. *Applied Animal Science*, 35(1), 8–19. <https://doi.org/10.15232/aas.2018-01778>
- Huntington, G.B. 1997. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *J. Anim. Sci.* 75:852-867. <https://doi.org/10.2527/1997.753852x>
- Jaeger, S.L.; Luebbe, M.K.; Macken, C.N.; Erickson, G.E.; Klopfenstein, T.J.; Fithian, W.A.; Jackson, D.S. 2006. Influence of corn hybrid traits on digestibility and the efficiency of gain in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 84(7), 1790–1800. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-570>
- Kljak, K.; Grbeša, D.; Aleuš, D. 2011. Relationships between kernel physical properties and zein content in corn hybrids. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture*, 68(1), 188-194. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-agr:6439>
- Kljak, K.; Duvnjak, M.; Grbeša, D. 2018. Contribution of zein content and starch characteristics to vitreousness of commercial maize hybrids. *J. Cereal Sci.* 80,57-62. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.01.010>
- Lee, K.M.; Herrman, T.J.; Lingenfelter, J.; Jackson, D.S. 2005. Classification and prediction of maize hardness-associated properties using multivariate statistical analyses. *J. Cereal Sci.* 41(1), 85-93. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2004.09.006>
- Luebbe, M.K.; Erickson, G.E.; Klopfenstein, T.J. and Fithian, W.A. 2009. Influence of Corn Hybrid Traits and Processing Method on Nutrient Digestibility. *The Professional Animal Scientist* 25:496–509. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30737-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30737-3)
- Martínez, R.D.; Cirilo, A.G.; Cerrudo, A.A.; Andrade,



- F.H.; Izquierdo, N.G. 2022. Environment affects starch composition and kernel hardness in temperate maize. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11903>
- McAllister, T.A.; Gibb, D.J.; Beauchemin, K.A.; Wang, Y. 2007. Starch type, structure and ruminal digestion. In: *Proc. Cattle Grain Processing Symposium*, November 2006. Oklahoma State University Beef Extension. p. 30-41.
  - Ngonyamo-Majee, D.; Shaver, R.D.; Coors, J.G.; Sapienza, D.; Lauer, J.G. 2008. Relationships between kernel vitreousness and dry matter degradability for diverse corn germplasm: II. Ruminal and post-ruminal degradabilities. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 142:259-274. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.001>
  - Narváez-González, E.D.; de Dios Figueroa-Cárdenas, J.; Taba, S.; Tostado, E.C.; Peniche, R.Á.M.; Sánchez, F.R. 2006. Relationships between the microstructure, physical features, and chemical composition of different maize accessions from Latin America. *Cereal Chem.* 83(6), 595-604. <https://doi.org/10.1094/CC-83-0595>
  - NASEM (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine). 2016. Nutrient requirements of beef cattle, 8th rev. ed. National Academics Press. Washington, DC. <https://doi.org/10.17226/19014>
  - Philippeau, C.; Michalet-Doreau, B. 1997. Influence of genotype and stage of maturity on rate of ruminal starch degradation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 68:25-35. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)00042-4](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)00042-4)
  - Philippeau, C.; Michalet-Doreau, B. 1998. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. *J. Dairy Sci.* 81(8), 2178-2184. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75796-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75796-0)
  - Philippeau, C.; Le Deschault de Monredon, F.; Michalet-Doreau, B. 1999. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. *J. Anim. Sci.*, 77(1), 238-243. <https://doi.org/10.2527/1999.771238x>
  - Philippeau, C.; Landry, J.; Michalet-Doreau, B. 2000. Influence of the protein distribution of maize endosperm on ruminal starch degradability. *J. Sci. Food Agric.* 80: 404-408.
  - [https://doi.org/10.1002/1097-0010\(200002\)80:3<404::AID-JSFA541>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/1097-0010(200002)80:3<404::AID-JSFA541>3.0.CO;2-Z)
  - Portela Santos, F.A.; da Silva Marques, R.; Rebouças Dórea, J.R. 2016. Chapter 8: Grain Processing for Beef Cattle. In: Millen, D.D., Arrigoni, M.D.B., and Pacheco, R.D.L. (Eds.). *Rumenology*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing. pp. 213-241. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-30533-2>
  - Pomeranz, Y.; Martin, C.R.; Traylor, D.D.; Lai, F.S. 1984. Corn hardness determination. *Cereal Chem.* 61,147-150.
  - Pomeranz, Y.; Hall, G.E.; Czuchajowska, Z.; Lai, F.S. 1986. Test weight, hardness and breakage susceptibility of yellow dent corn hybrids. *Cereal Chem.* 63,349-351.
  - Ramos, B.M.O.; Champion, M.; Poncet, C.; Mizubuti, I.Y.; Nozière, P. 2009. Effects of vitreousness and particle size of maize grain on ruminal and intestinal in sacco degradation of dry matter, starch and nitrogen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 148(2-4), 253-266. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.04.005>
  - Robutti, J.L. 1995. Maize kernel hardness estimation in breeding by near-infrared transmission analysis. *Cereal Chem.*, 72:6(632-636).
  - Robutti, J.L.; Borrás, F.S.; Eyherabide, G.H. 1997. Zein compositions of mechanically separated coarse and fine portions of maize kernels. *Cereal Chem.*, 74(1), 75-78. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1997.74.1.75>
  - Robutti, J.L.; Borrás, F.S.; Ferrer, M.E.; Percibaldi, N.M.; Knutson, C.E. 2000. Evaluation of quality factors in Argentine maize races. *Cereal Chem.* 77, 24-26. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2000.77.1.24>
  - Romano, Y.; Ferreyra, S.; Davies, P.; Méndez, D.; Elizalde, J.C.; Ceconi, I. 2018. Requerimientos de nitrógeno degradable en rumen generados por el consumo de una dieta a base de grano de maíz húmedo entero para terminación de novillos a corral. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 38 Supl. 1:313-384, pp.333. <http://aapa.org.ar/rapa/38/supl2018completo.pdf>
  - 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 Sc.* 91,102901. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102901>
  - Saenz, E.; Borrás, L.; Gerde, J.A. 2021. Carotenoid profiles in maize genotypes with contrasting kernel hardness. *J. Cereal Sc.* 99, 103206. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103206>
  - SAGPyA. 1997. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Norma XXIX from Resolución Número 757. Boletín Oficial, October 17th 1997, p.17. <http://www.infoleg.gov.ar> (accessed 26 August 2022).
  - San Martín, M. 2003. Propiedades físicas y digestión ruminal de los granos de diferentes híbridos de maíz en bovinos. Tesis M. Sc. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, Argentina.
  - SAS Institute Inc. 2022. SAS on demand for academics. Cary (NC): SAS Institute Inc.
  - Scott, M.P.; Edwards, J.W.; Bell, C.P.; Schussler, J.R.; Smith, J.S. 2006. Grain composition and amino acid content in maize cultivars representing 80 years of commercial maize varieties. *Maydica* 51(2), 417-423.
  - Seifried, N.; Steingäß, H.; Schipprack, W.; Rodehutschord, M. 2016. Variation in ruminal in situ degradation of crude protein and starch from maize grains compared to in vitro gas production kinetics and physical and chemical characteristics. *Arch. Anim. Nutr.* 70:5,333-349. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2016.1215028>
  - Shain, D.H.; Stock, R.A.; Klopfenstein, T.J.; Herold, D.W. 1999. The effect of forage source and particle size on finishing yearling steer performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 77:1082-1092. <https://doi.org/10.2527/1999.7751082x>
  - Shandera, D.L.; Jackson, D.S.; Johnson, B.E. 1997. Quality factors impacting processing of maize dent hy-

brids. *Maydica*, 42(3), 281-289.

- Soderlund, S.; Owens, F.N. 2006. Corn hybrid by processing method considerations. In: Cattle Grain Processing Symposium. Department of Animal Science, Oklahoma State University. p.62-72.
- Vanzant, E.S.; Cochran, R.C.; Titgemeyer, E.C. 1998. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. *J. Anim. Sci.* 76:2717-2729. <https://doi.org/10.2527/1998.76102717x>
- Watson, S.A. 1988. Structure and composition. Pages 53-82. In: Corn: Chemistry and Technology. S.A. Watson and P.E. Ramstad (Eds.) Am. Assoc. Cereal Chem.: St. Paul, MN.

\*Trabajo presentado en el Annual Meeting de la American Society of Animal Science (16 al 20/7/2022; Albuquerque, NM, USA).

# SITUACIÓN DE LA EFICACIA ANTIHELMÍNTICA EN RECRÍAS DE TAMBO EN EL NOROESTE DE BUENOS AIRES

Miguel Buffarini<sup>1</sup>, Amílcar Herrera<sup>2</sup>, Federico Demateis<sup>3</sup>, Emilia López Seco<sup>4</sup>

<sup>1</sup>EEA INTA General Villegas- <sup>2</sup>AER INTA General Villegas  
<sup>3</sup>AER INTA Trenque Lauquen- <sup>4</sup>AER Lincoln

buffarini.miguel@inta.gov.ar

## Palabras clave:

vaquillonas, tambo, resistencia, ivermectina

## INTRODUCCIÓN

La ocurrencia de resistencia antihelmíntica en bovinos es un problema emergente que ya ha sido descrita en las principales áreas ganaderas del mundo como Nueva Zelanda (Waghorn et al., 2006), Australia (Rendell, 2010; Cotter et al., 2015), Brasil (Ramos et al., 2016) y Argentina (Cristel et al., 2017), especialmente cuando los sistemas permiten la exposición continua a infestaciones y cuyo programa de control se basa en el uso de antihelmínticos (Conder & Campbell, 1995). En el año 2001 se hicieron los dos primeros diagnósticos de resistencia antihelmíntica en Argentina y uno de ellos se realizó en la región NO de la provincia de Buenos Aires (Fiel et al., 2001a), donde se confirmó la resistencia de *Cooperia Oncophora* y *Trichostrongylus longispiculatus* a ivermectina (IVM).

Muchos de los diagnósticos que se hicieron en estos últimos 20 años corresponden a campos de la región NO, de la provincia de Buenos Aires y en general se observa resistencia a los fármacos más utilizados, agravamiento de la situación debido a aumento de la proporción de establecimientos con diagnóstico de resistencia, reducción de los % de eficacia y dispersión de resistencia a más géneros parasitarios y principios activos (Caracostantólo et al. 2005; Cristel et al., 2017). La información acumulada mediante resultados de test de reducción del conteo de huevos (TRCH) por el Laboratorio de Parasitología de INTA Gral. Villegas (Buffarini, 2018a), y la información relevada con médicos veterinarios de la región (Buffarini, 2021) coincide en la gravedad de la situación.

Objetivo: Evaluar la eficacia antihelmíntica en crías lecheras de la región noroeste de la provincia de Buenos Aires

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los años 2022 y 2023 se realizaron en la región noroeste de la provincia de Buenos Aires 15 TRCH en crías de vaquillonas de tambos comerciales. Las muestras de materia fecal fueron analizadas mediante la técnica de conteo de huevos (HPG) de Mac Master modificada (Roberts & O'Sullivan, 1949), los coprocultivos según Henriksen & Korshom (1983) y los géneros helmínticos se identificaron según las claves descriptas por Niec (1968). Los test se realizaron según las normativas de la WAAVP (Coles et al., 1992) y las recomendaciones de la AAPAVET (Fiel et al., 2001b) permitieron evaluar la eficacia de controles antihelmínticos realizados en ocho establecimientos de cinco partidos (Trenque Lauquen, Lincoln, Nueve de julio, Carlos Casares y General Villegas).

## RESULTADOS

Todos los establecimientos evaluados desconocían la eficacia de los fármacos previos a esta evaluación y ninguno manifestó tener inconvenientes visibles en el control de parásitos. Eso hace suponer, al igual que en los establecimientos de producción de carne, que se subestima la amenaza de la resistencia.

La ineficacia a la IVM estuvo presente en todas las re-

**Tabla 1:** Antiparasitarios evaluados, diagnósticos de resistencia antihelmíntica, diagnóstico de resistentes (%), eficacia promedio y rango (%) y principales géneros involucrados

	Establecimientos.	Diag. resistencia	Diagnósticos de resistentes (%)	Eficacia promedio y rango (%)	Género principal
Ivermectina	7	7	100	61,8 (6,9-90,5)	<i>Cooperia spp</i>
Ricobendazole	5	3	60	96,5 (90,5-100)	<i>Ostertagia O.</i>
Levamisol	1	0	0	96,4	<i>Ostertagia O.</i>
Moxidectin	1	1	100	94,7	<i>Cooperia spp</i>
Doramectina	1	1	100	85,5	<i>Ostertagia O. y Cooperia spp</i>

Sin embargo, la mayor información está referida a bovinos de producción de carne y si bien hay diagnósticos aislados en tambos el propósito de este artículo es conocer la problemática de la actividad y concientizar sobre la necesidad de implementar medidas de control sustentable.

crías evaluadas y los % de eficacia fueron los más bajos y con rangos más diversos que los presentados para los bencimidazoles. Esta información es coincidente con la que se conoce en el mundo (Buss Baiak et al., 2018) en Argentina (Cristel et al., 2017) y en esta región (Buffarini, 2021). El género de parásito resistente más común para

IVM es Cooperia cuya participación es la comúnmente observada para este fármaco en todo el mundo, aunque también fue posible observar la presencia de Ostertagia. Este género no ha sido identificado y/o confirmado aún en Argentina como resistente a IVM (Cristel et al., 2017) como en otros países (Waghorn et al., 2016) por lo que es necesario seguir evaluando su evolución. La doramectina (**DRM**) mostro una eficacia baja y aunque es una sola evaluación en general su eficacia es similar a la de la IVM El ricobendazol (**RDZ**) presento ineficacia en el 40 % de las evaluaciones coincidente con datos de resistencia en la región para crías de carne (Caracostantógo et al., 2005; Cristel et al., 2017; Buffarini, 2018a; Buffarini, 2021). Los % de reducción más altos que los presentados para IVM y el género Ostertagia O. asociado a la ineficacia son comunes a los presentados en la región para este principio activo en relevamientos de bovinos carniceros (Cristel et al., 2017; Buffarini, 2018a; Buffarini 2021).

El moxidectin (**MOX**) presento un % de reducción ligeramente inferior al límite de < 95% pero debería ser evaluado en más establecimientos para comprobar su eficacia porque mostro eficacias superiores a las de IVM. Aunque pertenece a la misma familia de las LM se la reconoce con mayor potencia in-vitro (Kotze et al., 2014) y ha demostrado mayor eficacia también in vivo (Fiel et al., 2011; Prichard et al., 2012; Buss Baiak et al., 2018). Esta lactona merece ser evaluada como un fármaco sustituto de la IVM sobre todo en los establecimientos donde se comprobó la reducción de la eficacia a esta última. No obstante, se reconoce la presencia de diagnósticos de baja eficacia por lo que se requiere enmarcar su uso en un programa de rotación y utilizar el diagnóstico para decidir la desparasitación (Buffarini, 2018b). El levamisol (**LVM**) mostro la eficacia más alta de los tratamientos evaluados y esta información coincide con los relevamientos que se han realizado en la región. No existe confirmación aun de la presencia de resistencia de parásitos al LVM en Argentina al menos evaluada mediante test de eficacia controlada (Cristel et al., 2017, Buffarini, 2018a, Buffarini 2021).

Estos resultados si bien son reducidos y preliminares para la región, reflejan una situación tan preocupante como la que se conocía respecto a la situación presente en los establecimientos de producción de carne. Relevamientos de producciones lecheras realizados en otras cuencas tamberas del mundo han demostrado situaciones similares (Stafford & Coles, 1999; Kelleher et al., 2020; Bullen et al., 2016; Ferraz et al., 2011). De una reciente encuesta a productores de crías lecheras de la región (Buffarini, sin publicar) se desprende que el control antihelmíntico se hace en base a tratamientos establecidos fijos, con el empleo de lactonas macrocíclicas (LM) en su mayoría y solo algunos establecimientos de mayor escala hacen diagnóstico de HPG. Esta información coincide con un estudio donde se evaluaron factores de riesgo para la generación de RA en bovinos (Suarez et al. 2014) y que involucro establecimientos de carne de

esta región y en la que se destaca como los principales, el uso repetido de las lactonas macrocíclicas en tiempos fijos y sin diagnóstico previo

## CONCLUSIONES

La resistencia a los antihelmíntico más utilizados para el control de los parásitos gastrointestinales bovinos en los sistemas lecheros de la región NO de Buenos Aires parece estar tan extendida y con niveles de ineficacia tan altos como las registradas en los sistemas de carne. Se requiere más investigación para determinar el alcance de la RA a otros principios activos menos evaluados y conocer los factores de riesgo que generan resistencia antihelmíntica en los sistemas productivos de la región e implementar buenas prácticas para el control sustentable

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la especial colaboración de las Med Vet Natalia Weber y Yamila Acuña con el aporte generoso de datos propios.

## BIBLIOGRAFÍA

- Buffarini, M. 2021. Análisis de Eficacia Antihelmíntica realizados por veterinarios en establecimientos bovinos de la región ganadera central Memoria Técnica 2020 - 2021 INTA Gral. Villegas. ISSN 1850-6038 pág. 43-44
- Buffarini, M. 2018a. Pautas para un manejo eficiente y sustentable de la salud en la cría y terminación. En: INTA, EEA General Villegas. Día ganado 2018, p. 67-72 <https://inta.gob.ar/documentos/pautas-para-un-manejo-eficiente-y-sustentable-de-la-salud-en-la-recría-y-terminación>
- Buffarini, M. 2018b Buenas prácticas para el control sustentable de parásitos gastrointestinales en bovinos Memoria Técnica 2019 - 2020 INTA Gral. Villegas. ISSN 1850-6038 pág. 51-55
- Bullen, S. L., Beggs, D. S., Mansell, P. D., Runciman, D. J., Malmo, J., Playford, M. C., & Pyman, M. F. (2016). Anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of dairy cattle in the Macalister Irrigation District of Victoria. *Australian veterinary journal*, 94(1-2), 35-41.
- Buss Baiak, B. H.; Cheila; Lehnen, R., da Rocha R. A. 2018. Anthelmintic resistance in cattle: A systematic review and meta-analysis, *Livestock Science*, Volume 217, 127-135
- Caracostantógo J, Castaño R, Cutullé Ch, Cetrá B, Lamberti R, Olaechea F, Ruiz M, Schapiro J, Martínez M, Balbiani G, Castro M (2005) Evaluación de la resistencia a los antihelmínticos en rumiantes en Argentina. In: Resistencia a los antiparasitarios internos en Argentina, FAO, Producción y Sanidad Animal, pp 7 – 34.
- Coles, G.C.; Bauer, C.; Borgsteede, F.H; Geerts, S.; Klei, T.R.; Taylor, M.A.; Waller, P.J; 1992. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. En: *Rev. Vet. Parasitol.* 44, 35-44
- Conder, G; Campbell, W. 1995 Chemotherapy of ne-

matode infections of veterinary importance, with special reference to drugs resistance. *Adv.Parasitol.* 35: 2-84.

● Cotter J. L.; Van Burgel, A.; Besier, R.B. 2015 Anthelmintic resistance in nematodes of beef cattle in south-west Western Australia. *Vet. Parasitol.* 207 276–284

● Cristel S.; Fiel, C.; Anziani, O.; Descarga, C.; Cetrá B.; Romero J.; Fernández S.; Entrocasso C.; Lloberas M.; Medus D.; Steffan, P. 2017. Anthelmintic resistance in grazing beef cattle in central and northeastern areas of Argentina — An update *Vet. Parasitol.*, 9: 25–28.

● Ferraz, M. D. S. V. L., Araújo, R. N., da Costa, A. J. L. F., Simões, R. F., & dos Santos Lima, W. (2011). Anthelmintic resistance in a dairy cattle farm in the State of Minas Gerais. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 20(2), 115-120.

● Fiel, C.A.; Saumell, C.A.; Steffan, P.E.; Rodriguez, E.M y Salaberry G. 2001a Resistencia de los nematodos trichostrongylideos –Cooperia y Trichostrongylus a tratamientos con avermectinas en bovinos de la Pampa Húmeda. *Rev. Med. Vet.* Vol.81 N°4. p 310-315.

● Fiel, C.A.; Anziani, O.; Suárez, V.; Vázquez, R.; Eddi, C.; Romero, J.; Caracostantógolo, J.; Saumell, C.; Costa, J.; Steffan, P. 2001b Resistencia antihelmíntica en bovinos: causas, diagnóstico y profilaxis. *Vet. Arg.*, 18(171):21-33

● Fiel, C.A.; Guzman, M.; Steffan, P.E.; Riva, E.; Rodriguez, E. 2011. Cattle worms resistance to ivermectin treatments: effects on production. *Proceedings 23 th International Conference of the World Assoc. for the Advancement of Veterinary Parasitology.* 21-25 August. Buenos Aires

● Kelleher, A. C., Good, B., de Waal, T., & Keane, O. M. (2020). Anthelmintic resistance among gastrointestinal nematodes of cattle on dairy calf to beef farms in Ireland. *Irish Veterinary Journal*, 73(1), 1-8.

● Kotze A.C., Ruffell A. P., Knox M. R., Gareth A. Kelly, 2014 Relative potency of macrocyclic lactones in in vitro assays with larvae of susceptible and drug-resistant Australian isolates of *Haemonchus contortus* and *H. placei*, *Veterinary Parasitology*, Volume 203, Issues 3–4, 2014, Pages 294-302,

● Henriksen, S.A.; Korsholm, H. 1983. A method for culture and recovery of gastrointestinal strongyle larvae. *Nord. Vet. Med.*, 35:429-430.

● Niec R. 1968. Cultivo e identificación de larvas infestantes de nematodos gastrointestinales del bovino y ovino. *INTA Castelar. Manual Técnico N° 3.*

● Prichard, R.; Ménez, C.; Lespine, A.; 2012. Moxidectin and the avermectins: consanguinity but not identity. *Int. J. Parasitol. Drugs Drug Resist.* 2,134

● Ramos F, Portella L P; Rodrigues, F; Zamperete C Reginato A-, Potter, L., Cezara, A.S, C. Sangioni, L.A, Vogel F. S. F 2016. Anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodos of beef cattle in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Int J Parasitol Drugs Drug Resist.* 6(1):93-101.

● Rendell, D.K, 2010. Anthelmintic resistance in cattle nematodos on 13 south-west Victorian properties. *Aust Vet J.*; 88 (12):504-509.

● Roberts, F.; O’Sullivan, P.; 1949. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infecting the gastrointestinal tract of cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 1, 99–103. Stafford, K., Coles, G. C. (1999). Nematode control practices and anthelmintic resistance in dairy calves in the south west of England. *Veterinary Record*, 144(24), 659-661.

● Suárez, V.H y Cristel S. L. 2014. Risk factors for anthelmintic resistance development in cattle gastrointestinal nematodos in Argentina. *Braz. J. Vet. Parasitol.*, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 129-135, abr.-jun. 2014

● Waghorn TS, Leathwick DM, Rhodes AP, Jackson R, Pomroy WE, West D. M; Moffa JR, 2006 Prevalence of anthelmintic resistance on 62 beef cattle farms in the North Island of New Zealand. *N Z Vet J.*;54(6):278-282

● Waghorn TS, Miller CM, Leathwick DM. Confirmation of ivermectin resistance in *Ostertagia ostertagi* in cattle in New Zealand. *Vet Parasitol.* 2016 Oct 15; 229:139-143. doi: 10.1016/j.vetpar.2016.10.011. Epub 2016 Oct 15. PMID: 27809969.14.



# PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y GESTIÓN AMBIENTAL







# APORTE DE ESPIGAS SECUNDARIAS Y MACOLLOS AL RENDIMIENTO DE MAÍZ EN ULTRA BAJA DENSIDAD

Sebastián Rodríguez<sup>1\*</sup>, Mirian Barraco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>EEA INTA General Villegas

rodriguez.sebastian2@inta.gob.ar

**Palabras clave:**

macollos, espiga secundaria, ultra baja densidad.

## INTRODUCCIÓN

La utilización de bajas densidades de plantas en cultivos de maíz en seco es una herramienta muy utilizada en regiones donde la oferta de recursos para el cultivo es escasa, principalmente debido a las bajas precipitaciones que limitan el rendimiento (Maddonna et al., 2021). El empleo de esta estrategia provoca la aparición de mecanismos de plasticidad en las plantas como la producción de una mayor cantidad de macollos fértiles y la aparición de múltiples espigas en el tallo principal (Rotili et al., 2022). Algunos trabajos han estudiado los procesos funcionales que regulan el rendimiento en bajas densidades de plantas (Rossini et al., 2011; Ross et al., 2020; Rotili et al., 2022), sin embargo, aún falta información exploratoria sobre el comportamiento de diferentes híbridos de maíz en diversos ambientes cuando se cultivan en estas condiciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 3 ensayos en condiciones de campo en la EEA del INTA General Villegas (-34.861772, -62.768144) en 3 suelos contrastantes: Hapludol thapto árgico, Hapludol típico y Hapludol éntico.

Se utilizó un diseño en parcelas divididas con estructura en bloques completamente aleatorizado con 3 repeticiones donde se sembraron 4 híbridos de maíz con diferentes características: (i) NS 7921 (plasticidad por macollos), (ii) ACA 470 (plasticidad por prolificidad y por macollos), (iii) DK 7220 (plasticidad por prolificidad) y (iv) Brevant 8472 (plasticidad por flexibilidad de espiga).

El cultivo se sembró el 5/12/2022 en parcelas de 50 m<sup>2</sup> utilizando 2 densidades de siembra contrastantes (30,5 y 61 semillas m<sup>-2</sup>). Además, los cultivos fueron fertilizados con 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg ha<sup>-1</sup> de Superfosfato Triple y 97 kg ha<sup>-1</sup> de Azufertil.

Las parcelas fueron cosechadas entre el 29/5/2023 y el 9/6/2023 calculando por separado el aporte al rendimiento total de la espiga principal, las espigas secundarias y las espigas ubicadas en los macollos. El rendimiento se determinó mediante el pesado de muestras y su posterior corrección por humedad comercial (14%) y se midió el peso de 1000 granos.

Para estudiar la producción de macollos se tomaron 10 plantas por cada unidad experimental, se registró la cantidad de macollos y se midió su altura a través de la siguiente escala: 1: <0,5m; 2: de 0,5 a 1m; 3: de 1 a 1,5m; 4: de 1,5 a 2m; 5: > a 2m de altura.

Se recolectaron datos meteorológicos de la estación del INTA ubicada aproximadamente a 2000 m de los ensayos. Todos los datos generados fueron analizados con

el software estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2011) y las comparaciones fueron evaluadas mediante Test de tukey ( $p < 0,05$ ).

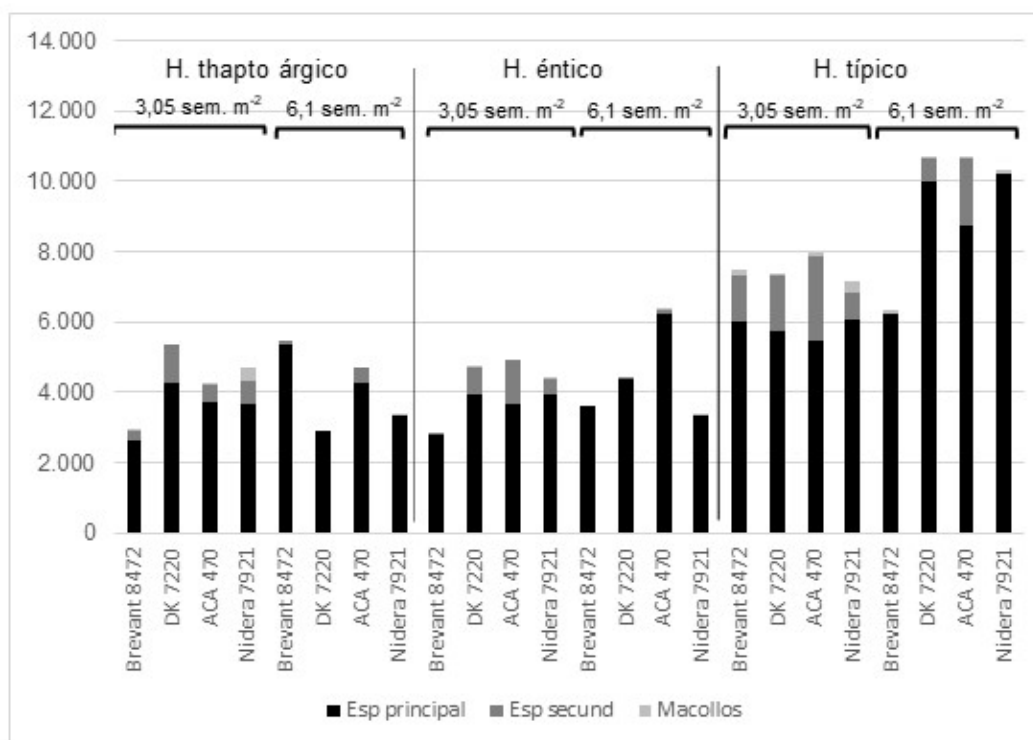
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las precipitaciones durante la campaña 22-23 fueron muy por debajo de la media histórica. Durante el ciclo del cultivo se registraron 280 mm.

De los cuatro híbridos utilizados, ACA 470 fue el que alcanzó el mayor rendimiento, seguido por Dk 7220, Nidera 7921 y Brevant 8472 respectivamente, observándose diferencias significativas entre híbridos ( $p < 0,05$ ) sólo en los suelos H. éntico y H. típico. Tanto en ambientes de bajo como alto potencial los fenotipos que mejor se adaptan a densidades bajas pueden ser materiales prolíficos, pero con buen potencial de rendimiento en la espiga apical estabilizando rendimiento con el número de espigas por planta, por lo tanto, se deberían elegir materiales más tolerantes a bajas densidades para aprovechar esta particularidad.

El peso de 1000 semillas (PMS) sólo se vio afectado en el suelo H. típico, mostrando valores superiores para el híbrido Nidera 7921 (382 g), seguido de Dk 7220 (345 g), Brevant 8472 (307 g) y ACA 470 (288 g), sin embargo, no hubo interacción entre las variables híbrido y densidad (Tabla 1). Si el peso de los granos se pudiera mantener en los diferentes tratamientos, el aumento de la densidad de espigas podría sugerir un aumento en el número de granos por hectárea que se traduzca en un aumento de rendimiento (Antonietta et al. 2020).

Asimismo, las plantas sembradas a una mayor densidad (6,1 sem. m<sup>-2</sup>) fueron las que generaron mayores rendimientos, con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) solo en el suelo H. típico (Figura 1). Si bien en ambientes más restrictivos el acercamiento de hileras podría tener un mayor impacto en el rendimiento (Maddonna et al., 2006), es importante tener en cuenta que en años donde las precipitaciones son más escasas y en suelos incapaces de retener suficiente agua en el perfil, el cultivo podría sufrir un déficit hídrico en floración (estadio R1) que penalice su rendimiento. Además, según Prece et al. (2010) un aumento en la densidad podría no mostrar diferencias de rendimiento de maíz sembrado a densidades mayores (6 y 8 plantas m<sup>-2</sup>) en suelos con buena aptitud y buena disponibilidad hídrica durante todo el desarrollo del cultivo. De los tres ambientes explorados, sólo en el suelo H. típico se observó que a menores densidades el aporte al rendimiento de los macollos fue significativo. Posiblemente, en los peores ambientes (H. thapto árgico y H.



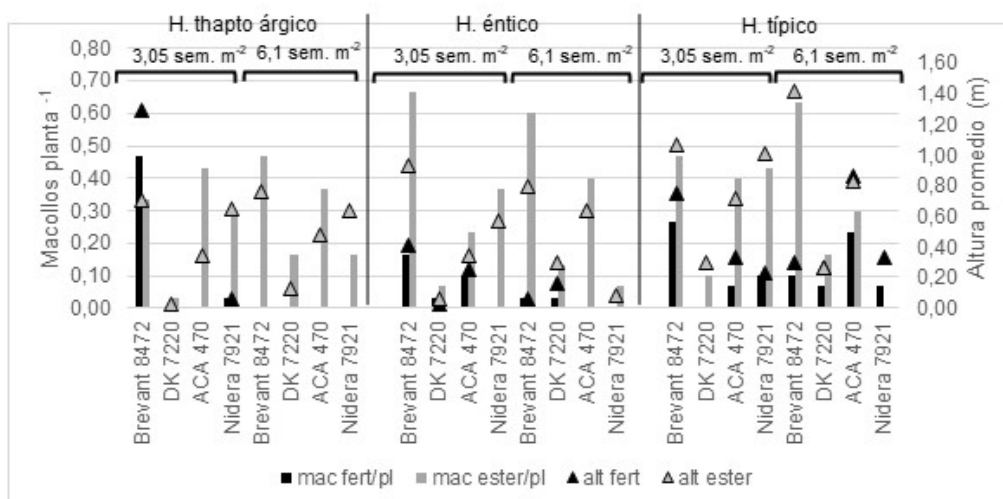
**Figura 1.** Rendimiento (Kg ha<sup>-1</sup>) de los híbridos de maíz (Brevant 8472, Dk 7220, ACA 470 y Nidera 7921), en tres tipos de suelos diferentes (H. thapto árgico, H. típico y H. éntico), sembrados a dos densidades de siembra contrastantes (3,05 sem m<sup>-1</sup> y 6,1 sem m<sup>-1</sup>). Las barras apiladas muestran el aporte de las diferentes estructuras (espiga principal, espiga secundaria y macollos) al rendimiento total del cultivo. H: Hapludol.

éntico) la restricción hídrica que tuvieron las plantas entre los estadios V3 y V7 limitó el desarrollo de macollos. Además, aquellos macollos que aparecieron en este período estuvieron expuestos a condiciones de estrés hídrico de encañazón en adelante, lo que podría haber generado altos niveles de esterilidad de macollos. En estas condiciones sería oportuno utilizar materiales prolíficos que generen una segunda espiga capaz de aportar al rendimiento. En cuanto a la generación y aporte de las espigas secundarias al rendimiento total del cultivo, los cultivos

sembrados a menor densidad (3,05 sem. m<sup>-2</sup>) mostraron un mayor aporte de las espigas secundarias en los tres tipos de suelos y sólo en el ambiente más productivo (H. típico) hubo diferencias entre híbridos, mostrando ACA 470 los mayores aportes. El híbrido Brevant 8472 fue el material que más cantidad de macollos produjo, los macollos alcanzaron una mayor altura y se adaptaron mejor a planteos de baja densidad en el peor ambiente (H. thapto árgico), donde se observa una mayor cantidad de macollos fértiles. En el mejor ambiente (H. típico) los híbridos Brevant 8472 y ACA 470

**Tabla 1:** Peso de mil semillas (gramos) de los diferentes híbridos sembrados a diferentes densidades (3,05 y 6,1 sem. m<sup>-2</sup>) en los diferentes suelos (H. thapto árgico, H. éntico y H. típico). p= valor p del análisis de varianza de cada interacción híbrido x densidad.

	H. thapto árgico	H. éntico	H. típico
Brevant 8472	305	287	337
DK 7220	291	329	350
ACA 470	322	288	294
Nidera 7921	333	345	380
<hr/>			
Brevant 8472	310	274	290
DK 7220	294	299	341
ACA 470	300	297	281
Nidera 7921	330	287	385
	p = 0,9207	p = 0,8102	p = 0,4638



**Figura 2.** Cantidad promedio de macollos fértiles (columnas negras) y estériles (columnas grises) por planta y altura de los macollos fértiles (triángulos negros) y estériles (triángulos grises) teniendo en cuenta la escala propuesta en los diferentes suelos (H. thapto árgico, H. éntico y H. típico).

generaron la mayor cantidad de macollos por planta, sin embargo, la mayoría de ellos eran estériles. El ACA 470 fue el que más cantidad de macollos fértiles produjo en el mejor ambiente a la densidad mayor (Figura 2).

La prolificidad es una variable muy asociada a la fertilización (Rotili et al., 2021). Cuando la oferta de nitrógeno debido al ambiente y a la disponibilidad hídrica es baja el número de espigas y/o macollos fértiles puede verse disminuido y afectar directamente al rendimiento.

## CONCLUSIONES

En ambientes de alta productividad, reducir la densidad de siembra podría aliviar la competencia por radiación en floración (debido al gran crecimiento vegetativo por mayores temperaturas) y favorecer la aparición de macollos que aportarán al rendimiento del cultivo. Sin embargo, las condiciones hídricas y nutricionales del ambiente podrían modificar la aparición de macollos y/o la fertilidad de estos, por lo que resulta necesario considerar el agua disponible a la siembra del cultivo y la cantidad de agua que pueda incorporar el cultivo a lo largo de su ciclo para lograr que exprese su mayor potencial. En este trabajo, en el mejor ambiente los planteos de baja densidad (3,05 sem. planta<sup>-1</sup>) favorecieron la aparición de mecanismos de plasticidad como espigas secundarias y macollos.

En ambientes de baja productividad, donde las condiciones nutricionales e hídricas son deficientes, el híbrido Brevant 8472 se comportó mejor generando una mayor cantidad de macollos fértiles, sin embargo, el aporte al rendimiento total del cultivo en estas condiciones fue muy bajo. Teniendo en cuenta estos resultados, el manejo de cultivos de maíz a ultra baja densidad en ambientes de baja productividad podría ser una herramienta útil teniendo en cuenta la selección de híbridos que se adapten a estas condiciones y el manejo eficiente de la oferta hídrica y nutricional del cultivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Antonietta, M.; Girón, P.; Barraco, M.; Guiamet, J. 2020. Respuesta a alta densidad en híbridos de maíz con senescencia foliar contrastante. Memoria técnica 2019-2020. E.E.A. General Villegas. Ediciones INTA. Pp 41-43.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. Infostat versión 2011. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Maddonni, G.A.; Cirilo, A.G.; Otegui, M.E. 2006. Row width and maize grain yield. *Agronomy journal*, 98(6), 1532-1543.
- Maddonni, G.A.; Parco, M.; Rotili, D.H. 2021. Manejo de la estructura del cultivo de maíz en ambientes marginales de la Argentina. *Agronomía y Ambiente* 41, 84-99.
- Prece, N.; Barraco, M.; Álvarez, C.; Scianca, C. 2010. Estrategias de manejo de maíz en un Hapludol típico. Memoria técnica 2009-2010. E.E.A. General Villegas. Ediciones INTA. Pp 36-38.
- Ross, F.; Di Matteo, J.; Cerrudo, A. 2020. Maize prolificacy: a source of reproductive plasticity that contributes to yield stability when plant population varies in drought-prone environments. *Field Crops Res.* 247, 107699.
- Rossini, M.A.; Maddonni, G.A.; Otegui, M.E. 2011. Inter-plant competition for resources in maize crops grown under contrasting nitrogen supply and density: variability in plant and ear growth. *Field Crops Res.* 121, 373-380.
- Rotili, D.H.; Sadras, V.O.; Abeledo, L.G.; Ferreyra, J.M.; Micheloud, J.R.; Duarte, G.; Girón, P.; Ermácora, M.; Maddonni, G.Á. 2021. Impacts of vegetative and reproductive plasticity associated with tillering in maize crops in low-yielding environments: a physiological framework. *Field Crops Research* 265, 108107.
- Rotili, D.H.; Abeledo, L.G.; Martínez Larrea, S.; Maddonni, G.Á. 2022. Grain yield and kernel setting of multiple-shoot and/or multiple-ear maize hybrids. *Field Crops Research* 279, 108471.

# RENDIMIENTO DE TRIGO EN RESPUESTA AL AGREGADO DE NITRÓGENO EN UN AÑO NIÑA

Mariano Aguirre<sup>1</sup>; Alejandra Macchiavello<sup>2</sup>; Malena Ferrero<sup>3</sup>; Graciela Varillas<sup>4</sup>; Mirian Barraco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>EEA INTA General Villegas; <sup>2</sup>AER INTA General Villegas; <sup>3</sup>AER INTA Lincoln; <sup>4</sup>AER INTA Trenque Lauquen

aguirre.mariano@inta.gob.ar

**Palabras clave:**

nitrógeno, dosis, rendimiento.

## INTRODUCCIÓN

El trigo es el cultivo de invierno de mayor importancia en las secuencias agrícolas del noroeste de Buenos Aires, jugando un rol importante al intensificar los planteos productivos de esta zona. Si bien su utilización es fundamental desde el punto de vista técnico-productivo, resulta importante realizar un correcto análisis económico de su implementación. Dado que la fertilización tiene un alto impacto en la estructura de costos se requiere un adecuado ajuste de esta práctica para hacer un uso eficiente de los recursos, sobre todo en campañas donde las condiciones climáticas (precipitaciones) no son favorables para su desarrollo.

La Niña es un fenómeno climático que forma parte del ciclo natural-global del clima conocido como ENSO (El Niño-Southern Oscillation). Este fenómeno, implica que el viento norte, en lugar de aportar humedad, trae altas temperaturas con aires secos. Cuando se instala esta fase, Argentina y gran parte de América del sur atraviesan períodos acentuados de sequía.

Para generar información sobre el comportamiento del cultivo de trigo ante el agregado de dosis crecientes de nitrógeno (N) en un año donde se pronosticaba un otoño-invierno y principio de primavera con precipitaciones inferiores a los promedios históricos, se instalaron ensayos de fertilización en 4 localidades.

## METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo durante la campaña 2022/23 en el Campo Experimental de INTA General Villegas ubicado en la localidad de Drabble y en 3 establecimientos

Previo a la siembra de los cultivos se realizó un muestreo de suelos para la determinación de los contenidos de fósforo extractable (0-20 cm) y de N de nitratos (0-60 cm). También se determinó el contenido de agua disponible (en mm) hasta los 200 cm. En la Tabla 1 se muestran las características edáficas de los sitios y el manejo de los cultivos.

Los tratamientos fueron dosis creciente de N: 0, 50, 100, 200, 250 y 300 kg N. ha<sup>-1</sup>. Para la fertilización se utilizó urea granulada (0-46-0), aplicándola al voleo al momento de la siembra.

Previo a la cosecha se evaluó el número de espigas.m<sup>-2</sup>. En INTA la cosecha se llevó a cabo con maquina experimental sobre una superficie de 10,5 m<sup>2</sup>, mientras que en los otros sitios se realizó en forma manual sobre una superficie de 2 m<sup>2</sup>. En todos los sitios se determinó el rendimiento (kg. ha<sup>-1</sup>) y la humedad de los granos al momento de la cosecha. Además, en los ensayos llevados a cabo en INTA se midió peso hectolitro (Ph, kg. hl<sup>-1</sup>) y el peso de 1000 granos (P1000, en grs). En los ensayos en campo de productores se adecuaron las mediciones de las diferentes variables de acuerdo a las posibilidades particulares de cada sitio. Cuando fue posible, se estimó el número de granos por espiga (N°gr.esp<sup>-1</sup>) y el número de granos por hectárea (N° grano. ha<sup>-1</sup>).

Los ensayos presentaron un diseño en bloques completamente aleatorizados, con 4 repeticiones, con parcelas de 5 metros de ancho y 8 m de largo (40m<sup>2</sup>). Se realizaron análisis de varianza y test de comparación de medias de Tukey (p<0,05) con el software estadístico Infostat

**Tabla 1.** Caracterización de los sitios experimentales y manejo de los cultivos. P=fósforo extractable, N=Nitrógeno, S=azufre, AD=agua disponible.

Variable/Sitio	Unidad	INTA 1	INTA 2	INTA 3	G. Villegas	El Triunfo	Casbas
Sitio	-	Drabble	Drabble	Drabble	G. Villegas	El Triunfo	Casbas
P extractable	ppm	12,5	12,5	17,9	10,5	2,28	19,7
N-nitratos	kg N.ha <sup>-1</sup>	57	57	55	50	64	91
AD siembra (0-200 cm)	mm	444	444	333	313	340	386
AD siembra (0-100 cm)	mm	151	151	111	159	195	125
Variedad	-	Baguette 750	Klein 100 años	Pehuén	Ceibo	Baguette 620	Basilio
Densidad lograda	Pl.m <sup>-2</sup>	227	216	247	236	210	s/d
Fecha de siembra	-	3/6/2022	3/6/2022	10/6/2022	30/6/2022	30/5/2022	16/6/2022
Fecha de cosecha	-	14/12/2022	14/12/2022	6/12/2022	5/12/2022	2/12/2022	13/12/2022
Dosis P a la siembra	Kg.ha <sup>-1</sup>	20	20	21	22	23	26
Dosis S a la siembra	kg.ha <sup>-1</sup>	12	12	12	-	12	2

agropecuarios cercanos a las ciudades de General Villegas, El Triunfo y Casbas. En INTA se evaluó la respuesta al agregado de N en tres variedades de trigo, mientras que en el resto de los sitios solo una variedad.

(Di Rienzo et al., 2019).

Los datos meteorológicos utilizados para el análisis de la campaña se obtuvieron de la estación meteorológica de la EEA General Villegas.

## RESULTADOS

En la Tabla 2 se presentan las condiciones climáticas de la campaña para cada sitio en estudio. Las lluvias totales entre mayo y octubre fueron de 73 mm para la EEA General Villegas, muy por debajo de su promedio histórico (243 mm). Esta situación fue similar en los sitios Gral. Villegas y El Triunfo, no así en Casbas, donde las condiciones climáticas no fueron tan desfavorables. Sumado a esto, las precipitaciones durante el periodo crítico del cultivo fueron bajas, y se concentraron sobre el final del mismo. Estas condiciones incidieron negativamente sobre el desarrollo vegetativo de los cultivos en una primera instancia y luego sobre la formación y cuajado de granos (determinante del número final de granos). Por otro lado, la escasez de precipitaciones en los primeros estadios del cultivo pudo haber afectado la disponibilidad de N del fertilizante ya que según recomendaciones se requieren precipitaciones de al menos 10 mm para la incorporación de la urea. Este hecho, sumado a que el nutriente se absorbe por flujo masal, podrían haber dificultado su movimiento y absorción debido al bajo contenido hídrico del suelo.

Con respecto a las temperaturas, el sitio de Casbas tuvo menos días con temperaturas mínimas por debajo de 0 °C durante todo el ciclo, lo que favoreció su desarrollo vegetativo. Si bien el cultivo de trigo tiene cierta tolerancia al frío, cuando se combinan inviernos secos con heladas fuertes, los cultivos se ven afectados aún en estadios vegetativos, observándose diferencias en la intensidad de daño entre variedades. También hubo ocurrencia de una helada tardía durante el mes de octubre, que se dio durante el periodo crítico de la mayoría de

los sitios evaluados. La temperatura media promedio y la temperatura máxima promedio del ciclo también fueron menores en Casbas. La profundidad de la napa resultó variable con valores entre 1,5 y 2,3 m.

Los rendimientos medios de los cultivos variaron entre 1101 y 6224 kg. ha-1 (Tabla 3), con diferencias significativas a favor del Sitio Casbas. Esta diferencia se puede explicar a partir de las condiciones climáticas favorables que se dieron durante el ciclo del cultivo, sumado a la presencia de una napa más cercana. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en ninguna localidad ( $p > 0.05$ ) (Tabla 3).

**Tabla 3:** Rendimientos medios por localidad y tratamiento. Rinde: kg. ha-1; Dosis de N: Nitrógeno agregado por fertilización (kg N. ha-1).

Sitio	Rinde		Dosis de N	
	kg. ha-1	Dosis (kg N. ha-1)	kg. ha-1	Rinde (kg. ha-1)
Casbas	6224	A	0	1968
G. Villegas	1362	B	50	2048
INTA 3	1292	B	100	1977
INTA 1	1270	B	200	1980
INTA 2	1131	B	250	2259
El Triunfo	1101	B	300	2149

\*Letras diferentes significan diferencias estadísticas significativas.

Respecto al resto de las variables se observaron diferencias entre sitios para las variables Ph, P1000, N° grano.m-2 y N° grano. espiga-1 (Tabla 4).

En cuanto al efecto de la dosis de N solo se detectaron diferencias en el número de espigas.m-2, con menores valores para los tratamientos de 0 y 50 kg N. ha-1

**Tabla 2.** Resumen de las condiciones climáticas de la campaña 2022 de trigo. Pc: Periodo crítico del cultivo; Lluvias (mm); Prof. Napa: Profundidad promedio de napa (mts.); T° media: Temperatura media (°C); T° min.: Temperatura Mínima promedio (°C); Fs: Fecha de siembra; T° Max.: Temperatura máxima promedio (°C).

Variable/Ensayo	INTA 1	INTA 2	INTA 3	Villegas	El Triunfo	Casbas
<b>Pc.</b>	<b>4/10 al 3/11</b>	<b>10/10 al 9/11</b>	<b>1/10 al 31/10</b>	<b>30/9 al 30/10</b>	<b>27/9 al 24/10</b>	<b>26/9 al 26/10</b>
Lluvias ciclo cultivo	140	140	140	140	152	152
Lluvias Pc	64	56	64	59	74	94
Lluvias Mayo-Agosto	3	3	3	3	25,5	31
Lluvias Septiembre	7	7	7	7	0	18
Lluvias Octubre	64	64	64	63	74	94
Prof. napa	2,28	2,28	2,26	1,53	2	1,6
T° media (promedio del ciclo)	15	15	14,6	15,4	13,9	13,8
T° media (promedio sept-oct)	16	16	16	16	15,7	14,4
N° Días con T° min. < 0 °C (Fs hasta 31/8)	34	34	33	22	25	25
N° Días con T° min. < 0 °C (Septiembre)	7	7	7	7	4	4
N° Días con T° min. < 0 °C (Octubre)	1	1	1	1	1	1
T° Min (promedio del ciclo)	6,2	6,2	5,8	6,9	5,9	6,2
N° Días con T° máx. >32° Septiembre	0	0	0	0	0	0
N° Días con T° máx. >32° Octubre	1	1	1	1	1	0
N° Días con T° máx. >32° Noviembre	12	12	12	12	11	6
T° Max (promedio del ciclo)	24	24	24	25	26,9	22,1
T° Media Pc	17,2	18,5	17,4	17,1	16,3	15
N° Días con T° min. < 0 °C en Pc	1	0	1	1	1	2
N° Días con T° máx. >32° Pc	1	3	1	1	1	0

**Tabla 4:** Resultados por Sitio. Ph: Peso Hectolitrico (kg.hl-1); N° Esp.m-2; número de espigas.m-2; P1000: Peso de 1000 granos (grs.), N° Gr.m-2: número de granos.m-2; N° Gr.Esp-1: número de granos por espiga

Sitio	Ph	N° Esp.m <sup>2</sup>	P 1000	N° Gr.m <sup>2</sup>	N° Gr.Esp <sup>-1</sup> .
INTA 1	63,2 B	190 C	32,26 B	3942 AB	21 A
INTA 2	63,42 B	196 C	30,26 BC	3750 AB	19 AB
INTA 3	70,2 A	217 C	35,42 A	3613 B	17 B
Gral. Villegas	sd	262 B	31,09 BC	4413 A	17 AB
Casbas	64,66 B	487 A	sd	sd	sd
El Triunfo	sd	sd	29,38 C	3784 AB	sd

\*Letras diferentes significan diferencias estadísticas significativas.

**Tabla 5:** Resultados por tratamiento: Dosis de N: nitrógeno agregado por fertilización (kg N.ha-1); Ph: Peso Hectolitrico (kg.hl-1); N° Esp.m-2: número de espigas por m2; P1000: Peso de 1000 granos (grs), N° Gr.m-2: número de granos por m2; N° Gr.Esp-1: número de granos por espiga

Dosis de N	Ph	N° Esp.m <sup>2</sup>	P 1000	N° Gr.m <sup>2</sup>	N° Gr. Esp <sup>-1</sup> .
0	65,4	249,46 B	30,39	3922	19
50	65,2	249,62 B	32,31	3809	19
100	65,9	295,04 A	31,32	3880	17
200	66,9	263,39 AB	32,17	3842	20
250	64,7	283,38 AB	32,02	3983	18
300	64,1	280,92 AB	31,89	3966	18

\*Letras diferentes significan diferencias estadísticas significativas.

(Tabla 5). Sin embargo, más allá de estas diferencias esto no modificó de manera significativa el rendimiento de los cultivos. Para el resto de las variables no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ).

Los valores de Ph fueron bajos en todos los sitios evaluados e inferiores al valor requerido para calificar en el grado 3 (Tablas 4 y 5). Esto podría deberse a las condiciones que se dieron durante el llenado de los granos. Por ejemplo, en Casbas se registraron 6 días con temperaturas mayores a 32°C, mientras en el resto de los sitios se registraron 11 y 12 días por encima de este valor.

## CONCLUSIÓN

Las condiciones climáticas de la campaña (escasez de precipitaciones y alta incidencia de heladas) afectaron significativamente los rendimientos de los cultivos en 3 sitios evaluados. La localidad de Casbas presentó condiciones más favorables con rendimientos significativamente superiores.

El Ph también fue afectado significativamente por dichas condiciones, mostrando valores inferiores a los mínimos requeridos para clasificar como grado 3.

La falta de respuesta del rendimiento al N en los sitios donde las condiciones climáticas fueron desfavorables podría deberse a una escasa incorporación del fertilizante en el invierno, sumado al stress hídrico que afectó el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Las variables Ph, P1000, N° grano.m-2 y N° grano. espiga-1 tampoco mostraron respuesta al agregado de N. En cambio, el N° de espigas.m-2, fue significativamente menor en los tratamientos sin fertilización.

Se requieren nuevos estudios para evaluar el aporte de la fertilización nitrogenada sobre los rendimientos del cultivo de trigo y el efecto de las condiciones climáticas de cada campaña en particular sobre las variables que componen el rendimiento.

## BIBLIOGRAFÍA:

• Di Rienzo, J A, F Casanoves, M G Balzarini, I Gonzalez, M Tablada, and C W Robledo. 2019. "infostat." Universidad Nacional de Córdoba.

\*Trabajo publicado en la revista Notas Agrícolas Pampeanas, N° 8, de la Facultad de Agronomía (Universidad Nacional de la Pampa).

## DIFERENTES PRÁCTICAS EN APLICACIÓN DE NITRÓGENO EN TRIGO

Aguirre Mariano  
INTA General Villegas  
aguirre.mariano@inta.gob.ar

**Palabras clave:**  
momento, método, rendimiento.

### INTRODUCCIÓN

El nitrógeno (N) es el nutriente de mayor importancia en la determinación del rendimiento de trigo. Al ser este un elemento móvil, está afectado por diferentes procesos que alteran su disponibilidad para el cultivo (volatilización, lixiviación, etc.). Desconocer la dinámica de estos procesos, podría incurrir en pérdidas de rendimiento del cultivo.

A su vez, la magnitud con la que se dan estos procesos guarda estrecha relación con las condiciones climáticas a la que están expuestas las fuentes nitrogenadas de fertilizantes que se utilizan, entre las que se destacan la temperatura, las precipitaciones y la humedad del suelo. Esto lleva a que no haya una única forma y momento ideal para fertilizar con N, sino que varía según las condiciones de la campaña o la región.

Es común entre los productores la práctica de aplicación al voleo de fuentes nitrogenadas en su totalidad previo a la siembra, o particionada en dos momentos (siembra y macollaje). En el noroeste bonaerense por cuestiones de practicidad, la más difundida es el voleo de la totalidad del elemento a la siembra o días antes, ahorrándose así una labor de aplicación.

Frente a nuevas variedades de alto potencial de rendimiento, se ha observado en ciertos casos que las aplicaciones tempranas del nutriente pueden provocar menores rendimientos (por riesgos de lavados), y/o bajas en el contenido de proteínas. Mientras que una aplicación particionada puede suministrar el nutriente en el momento en que el cultivo lo necesita.

Ante un pronóstico de escasez de lluvias durante el período en el que se volea el N (junio-agosto) que podría alterar su disponibilidad, surge la práctica de incorporar Urea directamente al suelo, mediante incorporadoras o con las mismas sembradoras.

En estos casos, algunos autores han demostrado que la remoción del suelo puede favorecer el proceso de mineralización. Por lo tanto, no se conoce bien el efecto de la incorporación del N sobre el rendimiento del cultivo, siendo que la respuesta podría tener más que ver con la mineralización que con el hecho de "enterrar" el fertilizante. Frente a esto surge la inquietud de conocer más sobre la respuesta a la fertilización nitrogenada particionada en diferentes momentos y/o con diferentes métodos de aplicación, buscando una mejora en el rendimiento.

El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes momentos y métodos de aplicación de N en trigo, y su influencia sobre el rendimiento, y comprender el efecto que puede provocar la remoción del suelo en la respuesta del cultivo.

### METODOLOGÍA

El ensayo se llevó a cabo en el campo experimental de INTA General Villegas en la campaña 2022-23, sobre un suelo Hapludol típico.

Los tratamientos evaluados fueron:

- T1: testigo (sin fertilización nitrogenada)
- T2: voleo 10 días previo a la siembra (V 10p)
- T3: incorporado 10 días previo a la siembra (I 10p)
- T4: "rayado" y voleo 10 días previo a la siembra (R y V 10P)
- T5: incorporado a la siembra (I S)
- T6: voleo a la siembra (V S)
- T7: voleo 45 días post-siembra (V 45 pS)
- T8: 50% incorporado siembra; 50% voleo 45 días post siembra (50% IS y 50% V 45 pS).

Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar con 3 repeticiones, en parcelas de 5 mts de ancho por 8 de largo (40 m<sup>2</sup>).

Previo a la siembra de los cultivos se realizó un muestreo de suelos para la determinación de los contenidos de fósforo extractable (0-20 cm) y de N de nitratos (0-60 cm). También se determinó el contenido de agua disponible (en mm) hasta los 100 y 200 cm. Además, se registraron las precipitaciones durante el ciclo del cultivo.

En las tablas 1 y 2, se muestra información sobre el manejo del cultivo y una descripción del sitio donde se realizó el ensayo.

Como fertilizante nitrogenado se utilizó Urea blanca (46;0;0), los tratamientos al voleo se hicieron manualmente, mientras que los incorporados se realizaron con incorporadora Altina. La profundidad de incorporado fue entre 3 y 5 cm. La labor se realizó en el sentido contrario a la siembra. Para cada tratamiento se determinó el rendimiento, el peso hectolitrito (Ph), el peso de mil semillas (P1000) y el número de granos (N° gr.m-2). La cosecha se llevó a cabo con maquina experimental, en una superficie de 10,5 m<sup>2</sup>. Se realizaron análisis de varianza y test de comparación de media Tuckey ( $p < 0,05$ ) con el software estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2019).

### RESULTADOS

Las precipitaciones estuvieron muy por debajo de los promedios histórico (tabla 3). Si bien el cultivo arranco con buena cantidad de agua disponible (441 mm a los 2 metros), la falta de agua durante el ciclo fue determinante para el desarrollo del cultivo.

**Tabla 1.** Información y manejo de cultivo.

Sitio	Fecha de Siembra	Fecha Cosecha	Densidad Lograda (pl.m <sup>-2</sup> )	Variedad
INTA Villegas	3/6/2022	14/12/2022	237	Baguette 750

**Tabla 2.** Caracterización del sitio y manejo del cultivo. AD S: Agua disponible siembra; P Extrac: Fosforo extractable; N-NO3: Nitrógeno nitratos; P Fert: Fosforo elemento fertilizante; N Fert: nitrógeno aplicado con fertilizante; S Fert: azufre aplicado con fertilizante. Caracterización del sitio y manejo del cultivo. AD S: Agua disponible siembra; P Extrac: Fosforo extractable; N-NO3: Nitrógeno nitratos; P Fert: Fosforo elemento fertilizante; N Fert: nitrógeno aplicado con fertilizante; S Fert: azufre aplicado con fertilizante.

AD S (mm, 200cm)	AD S (mm, 100cm)	P Extrac. (ppm)	N-NO3 suelo (kg.ha <sup>-1</sup> )	P Fert. (kg.ha <sup>-1</sup> )	N Fert. (kg.ha <sup>-1</sup> )	S Fert. (kg.ha <sup>-1</sup> )
444	151	12,46	56,37	20,5	96	12

El rendimiento promedio fue de 1150 kg. ha<sup>-1</sup>, muy por debajo de los rendimientos promedios para la zona donde se realizó el ensayo. Si bien no hubo diferencias significativas, los tratamientos que incorporaron el total o una parte del fertilizante estuvieron por encima del rinde promedio (entre el 5 y 20%). El tratamiento testigo y el V 10p fueron los rindes más bajos (13 y 12 % por debajo del promedio, respectivamente). El tratamiento RyV 10p obtuvo un rinde medio entre el voleo solo y el incorporado, realizados 10 días previos a la siembra. Esto nos estaría indicando que, si bien la remoción podría estar dando un plus de rinde sobre el voleo, en gran parte el aumento en el rinde por incorporar la Urea, pudo deberse a dicha acción y no tanto al movimiento del suelo que se produce durante la labor.

esta región (79,5, promedio de las últimas 8 campañas) ([www.trigoargentino.com.ar](http://www.trigoargentino.com.ar)), en gran parte esto se explica por las condiciones de stress hídrico que atravesó el cultivo durante estadios de llenado de granos sumado a golpes de calor con temperaturas por encima de 32°C.

En cuanto a los componentes del rendimiento, el número de granos por m<sup>2</sup> fue bajo en general y se relacionó al rendimiento, siendo el tratamiento testigo y el voleo 10 días previo a la siembra los más bajos, sin diferencias significativas con el resto (p=0.32). El P1000 estuvo entre 31,5 y 33,5 gramos, sin diferencias entre tratamientos (p=0.83). Estos valores estuvieron levemente por debajo del promedio de las últimas 8 campañas (35,3 g., [www.trigoargentino.com.ar](http://www.trigoargentino.com.ar)) para esta región.

**Tabla 3.** Valores de peso hectolítrico (Ph), peso de mil semillas (P1000) y número de granos por m<sup>2</sup> (N° Grano.m<sup>-2</sup>) para cada tratamiento. V 10p: voleo 10 días previo a siembra; I 10p: incorporado 10 días previo a siembra; R y V 10p: rayado y voleo 10 días previo a siembra; I S: incorporado a la siembra; V S: voleo a la siembra; V 45p S: voleo 45 días post siembra; 50%I y 50%V 45p S: media dosis incorporada a la siembra y media voleada 45 días post siembra.

Mes	Jun.	Jul.	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.
Prec. 2022	0,4	2,2	1	6	63	72
Promedio	20	16	18	48	100	97

Los bajos rindes y la poca respuesta al agregado de nitrógeno, podrían haber estado relacionados a las bajas precipitaciones durante el periodo del cultivo. Como se sabe, este nutriente es móvil y la principal vía de ingreso a la planta es por flujo masal, por lo cual requiere de buena disponibilidad de agua para poder ingresar. Sumado a esto las pocas precipitaciones de junio a agosto, pueden haber afectado el ingreso del fertilizante voleado (Urea) al suelo, ya que se considera necesaria una lluvia de al menos 10 a 20 mm para que esto ocurra. Estos factores pueden haber estado limitando tanto el rendimiento como la respuesta al agregado de nitrógeno del cultivo.

Los valores de Ph logrados estuvieron entre 59,3 y 64,4 kg hl<sup>-1</sup>, sin diferencias entre tratamientos (p=0.11). Estos valores están muy por debajo de los exigidos en las normas de comercialización y de los valores promedios para

## CONCLUSIÓN

Las escasas precipitaciones durante el ciclo del cultivo fueron la principal limitación para su normal desarrollo y rendimiento. Esto afectó el rendimiento y la respuesta al agregado de nitrógeno, ya que influyó en procesos importantes para el ingreso del nitrógeno al suelo y planta. Si bien la respuesta a la fertilización fue escasa, aquellos tratamientos que incorporaron el nutriente fueron los que más se destacaron en cuanto a rendimiento. Con estos resultados parciales se esperaría que la mayor respuesta al "enterrar" el nitrógeno esté dada por dicha acción y no por el movimiento del suelo durante la labor.

## BIBLIOGRAFÍA

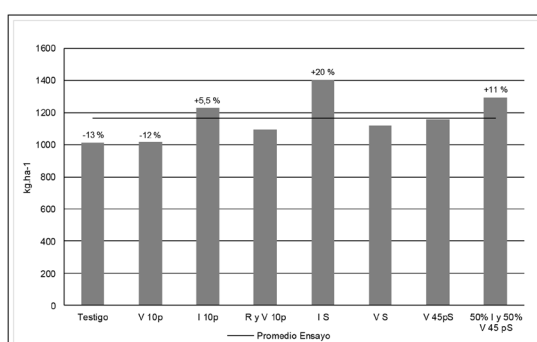
Informe de calidad de trigo, disponible en:

- <https://www.trigoargentino.com.ar/Subregiones/SubregionIIS?Idioma=Esp&i=1&IdCamp=20>



**Tabla 4.** Valores de peso hectolítrico (Ph), peso de mil semillas (P1000) y número de granos por m<sup>2</sup> (N° Grano.m<sup>-2</sup>) para cada tratamiento. V 10p: voleo 10 días previo a siembra; I 10p: incorporado 10 días previo a siembra; R y V 10p: rayado y voleo 10 días previo a siembra; I S: incorporado a la siembra; V S: voleo a la siembra; V 45p S: voleo 45 días post siembra; 50%I y 50%V 45p S: media dosis incorporada a la siembra y media voleada 45 días post siembra.

Tratamiento	Ph (kg.h <sup>l</sup> <sup>-1</sup> )	P1000 (grs.)	N° Grano.m <sup>-2</sup>
Testigo	64,2	32,5	3121
V 10p	63,7	31,5	2683
I 10p	60,5	33,5	3678
R y V 10p	64,5	33,2	3355
I S	63,3	32,9	4286
V S	59,3	32	3504
V 45ps	63,9	32,3	3616
50%I y 50%V 45 post S.	64,4	32,4	3981



**Grafico 1.** Rendimiento (kg. ha-1) para cada tratamiento. V 10p: voleo 10 días previo a siembra; I 10p: incorporado 10 días previo a siembra; R y V 10p: rayado y voleo 10 días previo a siembra; I S: incorporado a la siembra; V S: voleo a la siembra; V 45p S: voleo 45 días post siembra; 50%I y 50%V 45p S: media dosis incorporada a la siembra y media voleada 45 días post siembra. El valor sobre las barras indica el porcentaje sobre el promedio del ensayo (casos extremos).

# EFECTO DE MANEJO DE DENSIDAD, GENOTIPO Y NITRÓGENO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MAÍZ

Aureliano García Calvo<sup>1</sup>, Mirian Barraco<sup>2</sup>,  
Walter Miranda<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Actividad privada - <sup>2</sup>EEA INTA General Villegas  
[barraco.miriam@inta.gob.ar](mailto:barraco.miriam@inta.gob.ar)

## Palabras clave:

híbridos de maíz, densidad de siembra, nitrógeno.

## INTRODUCCIÓN

La productividad del cultivo de maíz se ve condicionada por varios factores. Mediante prácticas de manejo como la elección de la fecha de siembra, el genotipo, la fertilización y la densidad de siembra se puede modificar el comportamiento del cultivo. Para poder ajustar estas variables con mayor precisión es necesario adecuar el manejo del cultivo a los distintos ambientes, conociendo las principales limitantes y potencialidades de cada zona en particular. El resultado final del cultivo es la consecuencia de las múltiples interacciones que tiene con el ambiente que lo rodea (Cirilo et al., 2015).

La principal limitante que presentan los cultivos en secano es la disponibilidad de agua útil, que depende del agua almacenada en el suelo y de las precipitaciones que ocurren durante el ciclo del cultivo. Otro factor que limita en gran medida la producción de maíz es la nutrición con nitrógeno (N) (Maddonni et al., 2003; Echeverría et al., 2015). Las deficiencias de N reducen la producción de biomasa, ya que disminuye la cantidad de radiación interceptada por el cultivo y la eficiencia con que este convierte dicha radiación interceptada en biomasa (Uhart y Andrade, 1995).

La densidad de siembra es otra de las prácticas de manejo que permite definir la capacidad del cultivo de interceptar recursos como la radiación, el agua o los nutrientes (Kruk y Satorre, 2003). El maíz, a diferencia de otros cultivos, tiene menor plasticidad en cuanto a la densidad de siembra. Debido a esto, resulta muy importante elegir la densidad de siembra más adecuada para un determinado ambiente. La densidad óptima en maíz es la menor densidad que posibilita maximizar el rendimiento en grano. Esta densidad depende de la plasticidad vegetativa y reproductiva de cada cultivar (Sarlangue et al., 2007). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la densidad de siembra, la disponibilidad de N y el genotipo sobre el rendimiento de maíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló durante la campaña 2019-2020, en la EEA General Villegas sobre un suelo Hapludol Típico (Arena= 580 g kg<sup>-1</sup>, MO= 22,0 g kg<sup>-1</sup>, P Bray= 8,4 mg kg<sup>-1</sup>, pH= 5,9), con una capacidad de retención de agua en 200 cm de 270 mm y con la presencia de una capa de calcrete discontinua entre los 220-250 cm de profundidad.

Previo a la siembra del ensayo, se realizó una determinación de N-nitrato en el suelo (0-60 cm). Se partió con un

nivel de N de 128 kg ha<sup>-1</sup>.

Se evaluó el efecto de 3 factores: densidad de siembra, dosis de N y genotipo.

i) Densidades: 50000, 80000, 110000 y 160000 semillas ha<sup>-1</sup>.

ii) Dosis de N: 0, 60, 120 y 240 kg N ha<sup>-1</sup>.

iii) Genotipos: ACA 473, DK 7220 y AX 7761.

Los genotipos de maíz se sembraron el día 9/10/2019, con la aplicación de 28 kg P ha<sup>-1</sup> en forma de fosfato monoamónico (9-52-0), incorporado al costado de la línea de siembra, mientras que las dosis de N se aplicaron manualmente al voleo en el estadio V4 de los cultivos en forma de urea (46-0-0).

Quince días después de floración se midió el índice de verdor de la hoja de la espiga en 10 plantas por parcela mediante el medidor de clorofila SPAD (Minolta-502). Esta medición se relaciona con el status nitrogenado del cultivo (Wolfe et al., 1988).

Para la estimación de rendimientos y sus componentes se realizó una cosecha mecánica con una maquina experimental de dos surcos sobre una superficie de 5,25 m<sup>2</sup>. En cada muestra se determinó el peso, la humedad de cosecha y el peso de 1000 granos. Con el dato de rendimiento y peso individual de los granos se estimó el número de granos. Los resultados se expresaron con contenidos de humedad de los granos de 140 gr kg<sup>-1</sup>.

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas siendo la parcela principal la densidad, y las subparcelas una combinación factorial entre dosis de N y genotipo. El ensayo estaba compuesto por 4 bloques. Cada parcela tenía 8 surcos a 0,52 m y 11 metros de largo.

Para el análisis de índice de verdor se realizó un análisis de la varianza y test de diferencias medias de Tukey (p < 0,05).

Para el análisis de rendimiento se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple. Se empleó el módulo de modelos generales y mixtos utilizando como efectos fijos el nitrógeno y la densidad y como efecto aleatorio a los bloques particionado por híbrido. El modelo final utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = b_0 + b_1 D_i + b_2 N_j + b_3 D_i^2 + b_4 N_j^2 + b_i + e_{ij}$$

Debido a que la respuesta a densidad y nitrógeno fue curvilínea significativo se utilizó un modelo cuadrático para ambas variables (p < 0,05). En cada híbrido se determinó la combinación de densidad y dosis de N que permitió maximizar los rendimientos.

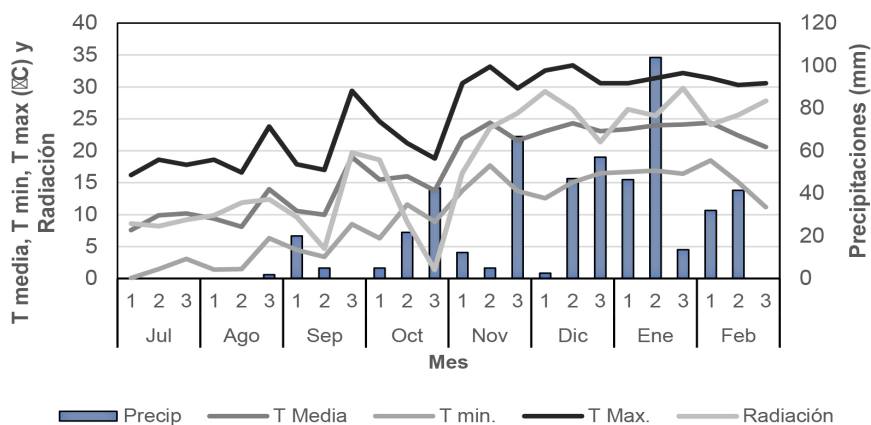
El software estadístico utilizado fue Infostat (Di Rienzo et al., 2019).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización climática

Las precipitaciones fueron muy escasas en el periodo de barbecho previo a la siembra del cultivo, sin embargo, a partir de octubre comenzó a aumentar la oferta hídrica, lo que permitió un adecuado desarrollo de los cultivos (Figura 1).

cir correctamente el exceso de N, ya que no todo el N es convertido en clorofila cuando la disponibilidad de este nutriente es elevada (Madonni, et al., 2003). Similares resultados fueron obtenidos por Barraco y Diaz Zorita (2005), que observaron que con niveles de N suelo + N fertilizante mayores a 85 kg N ha<sup>-1</sup>, no se lograron aumentos significativos en el índice de verdor.



**Figura 1.** Temperatura media (T Media), mínima (T min), máxima (T max), radiación global (Radiación) y precipitaciones (Precip) durante la campaña 2019-2020.

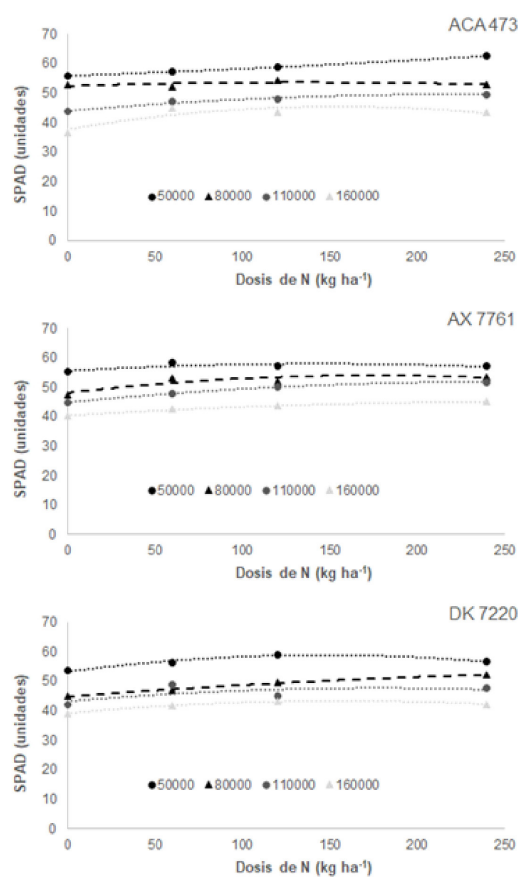
El periodo comprendido entre octubre y febrero acumuló 496 mm, mientras que el promedio histórico es de 475 mm, es decir, que las precipitaciones a lo largo de este trabajo fueron un 4% mayores a la media histórica.

El número de granos por unidad de superficie queda determinado en el periodo cercano a floración (15 días antes y hasta 15-20 días posteriores a la floración) (Andrade et al., 1996). Para una fecha de siembra temprana, la floración ocurre a finales de diciembre. En este estudio las precipitaciones de diciembre-enero superaron a la media histórica, especialmente en enero (datos no presentados). El periodo comprendido desde el 10 de diciembre hasta el 10 de enero (periodo crítico del cultivo), acumuló en total 150 mm de precipitaciones.

### Índice de verdor de los cultivos en floración

El índice de verdor de la hoja de la espiga varió entre 37 y 63 unidades de spad, con un valor promedio de 49. Se observó una interacción triple ( $p < 0,05$ ), entre los tratamientos evaluados por lo que a continuación se presenta la información para cada híbrido.

En los 3 híbridos se pudo observar que, a misma dosis de N, el índice de verdor aumentó a medida que la densidad disminuyó (Figura 2). Como era esperable, en las densidades más bajas cada planta tiene mayor cantidad de recursos a su disposición, y esto se vio reflejado en los valores obtenidos con el spad. Al analizar el efecto de la dosis nitrogenada, no se observó un incremento significativo del índice de verdor a medida que aumenta la dosis de N, sobre todo en las densidades de siembra más bajas. En parte, esto se podría explicar por el alto nivel de N al momento de la siembra (128 kg N ha<sup>-1</sup>). En relación con esto, las lecturas de spad no pueden prede-



**Figura 2.** Índice de verdor (unidades de spad) según dosis de nitrógeno (N) y 4 densidades de siembra en tres genotipos de maíz.

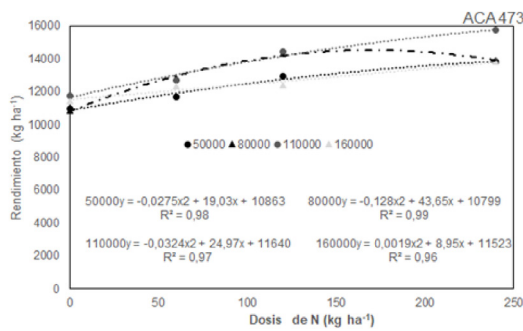
## Rendimiento

Los rendimientos medios de los cultivos variaron entre 9826 y 15729 kg ha<sup>-1</sup>, con un valor promedio de 12504 kg ha<sup>-1</sup>, observándose interacción triple de las variables estudiadas (genotipo\*densidad de siembra\*dosis de N), ( $p < 0,05$ ), por lo que los resultados a continuación se presentan por genotipo.

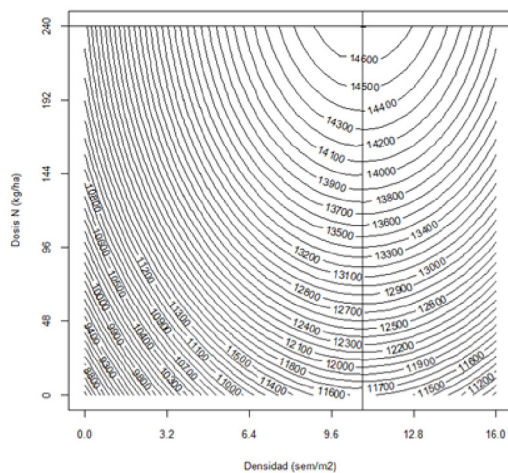
### ACA 473

En el híbrido ACA 473 no se observó interacción entre densidad de siembra y dosis de N ( $p > 0,05$ ). Al analizar en forma independiente los tratamientos, se observó que a medida que se incrementó la dosis de N, el rendimiento aumentó significativamente, con respuestas polinómicas en todas las densidades (Figura 3).

Se obtuvieron muy buenos rendimientos con la combinación de 120 kg N ha<sup>-1</sup> con 80000 y 110000 plantas ha<sup>-1</sup>, sin embargo, la combinación que permitió maximizar los rendimientos fue la densidad de 110000 plantas ha<sup>-1</sup> con la dosis de 240 kg N ha<sup>-1</sup> (Figura 4).



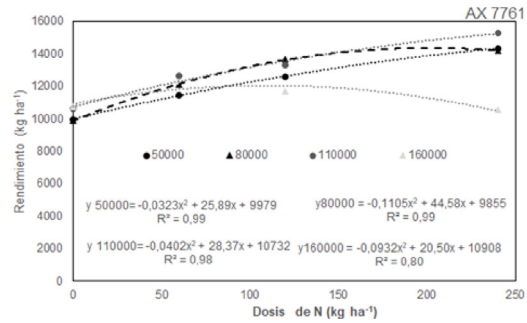
**Figura 3.** Rendimiento de maíz ACA 473 según dosis de nitrógeno (N) y densidades de siembra.



**Figura 4.** Interacción densidad x dosis de nitrógeno (N) del híbrido ACA 473. \*El cruce de ambos ejes muestran la combinación de los tratamientos que maximiza el rendimiento del cultivo.

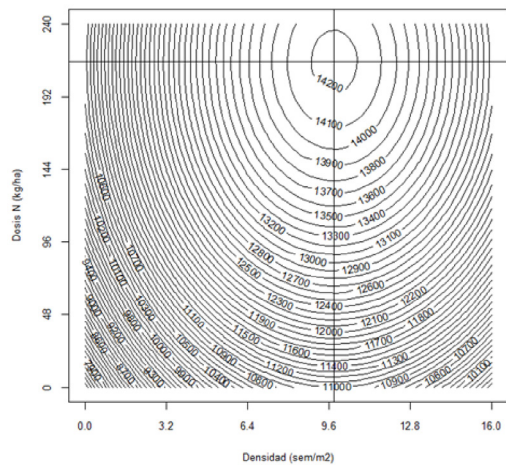
### AX 7761

En el híbrido AX 7761, se detectó interacción entre la densidad y dosis de N ( $p < 0,05$ ). En la Figura 5 se observa que a medida que aumentó la dosis de N, los rindes tendieron a incrementarse para las densidades de 50000, 80000 y 110000. Sin embargo, con la densidad de 160000 plantas ha<sup>-1</sup>, los rendimientos tendieron a disminuir (Figura 5).



**Figura 5.** Rendimiento de maíz AX 7761 según dosis de nitrógeno (N) y densidades de siembra

La combinación de estrategias de manejo que permitió optimizar rendimientos en este híbrido fue una densidad de 97000 plantas ha<sup>-1</sup>, y una dosis nitrogenada de 215 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 6).



**Figura 6.** Interacción densidad x dosis de nitrógeno (N) del híbrido AX7761. \*El cruce de ambos ejes muestra la combinación de los tratamientos que maximiza el rendimiento del cultivo.

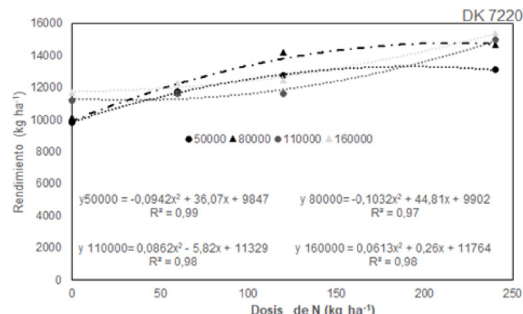
### DK 7220

Al igual que en el híbrido AX 7761, el DK 7220 presentó interacción significativa ( $p < 0,05$ ) entre las variables densidad y dosis de N.

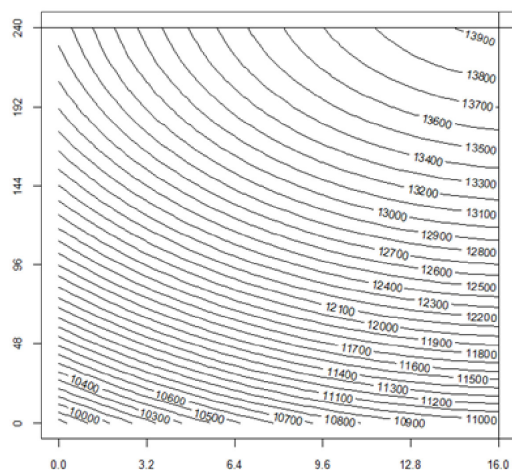
Analizando las densidades de 110000 y 160000 plantas ha<sup>-1</sup>, no se observaron diferencias significativas en el rendimiento con dosis de entre 0 y 120 kg N ha<sup>-1</sup>, sin embargo, cuando se eleva la dosis a 240 kg N ha<sup>-1</sup> se puede observar un aumento significativo en el rendimiento. Otra situación diferente se observa con las densidades

de 50000 y 80000 plantas ha<sup>-1</sup>, con un umbral de 190 y 210 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 7).

La combinación de 160000 plantas ha<sup>-1</sup> con 240 kg N ha<sup>-1</sup> fue la que permitió obtener el rinde más alto en el híbrido DK 7220 (Figura 8).



**Figura 7.** Rendimiento de maíz DK 7220 según dosis de nitrógeno (N) y densidades de siembra.



**Figura 8.** Interacción densidad x dosis de nitrógeno (N) del híbrido DK 7220. \*El cruce de ambos ejes muestra la combinación de los tratamientos que maximiza el rendimiento del cultivo.

## CONCLUSIONES

El índice de verdor de la hoja de la espiga post-floración se modificó en mayor medida por cambios en la densidad de siembra que en la dosis de N, con mayores valores para las densidades menores, indicando un mejor status nitrogenado por planta, independientemente del híbrido evaluado.

En cuanto a rendimiento, el uso de dosis mayores a 200 kg N ha<sup>-1</sup> permitió explorar los mayores rendimientos, aun en un sitio que presentaba adecuada disponibilidad de N al momento de la siembra.

En los híbridos ACA 473 y AX 7761 la densidad que permitió lograr los mayores rendimientos fue la de 110000 plantas ha<sup>-1</sup>, mientras que en DK 7220 los máximos rindes se obtuvieron con 160000 plantas ha<sup>-1</sup> cuando la dosis de N fue de 240 kg N ha<sup>-1</sup>. De esta manera, se podría concluir que la elección de densidades de siembra algo

superiores a la media zonal, y una alta provisión de N aportaría un plus de rendimiento cuando las condiciones hídricas son favorables y en suelos con buena aptitud agrícola. No obstante, los resultados mostrados en este trabajo corresponden a un sitio determinado durante una sola campaña, por lo que se requiere de mayores estudios para poder consolidar esta información.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, F.; Cirilo, A.; Uhart, S.; Otegui, M. 1996. Eco-fisiología del cultivo de maíz. Balcarce (Bs As), La Barrosa, pág. 292.
- Barraco, M.; Díaz Zorita M. 2005. Momento de fertilización nitrogenada de cultivos de maíz en Haplodules Típicos. En: Revista Ciencia del suelo. 23(2): 197-203.
- Cirilo, A.; Andrade, F.; Otegui, M.; Maddoni, G.; Vega, C.; Valentinuz, O. Eco-fisiología del cultivo de maíz. En Eyherabide, G, H. (ed.) Bases para el manejo del cultivo de maíz. INTA, 2015, pág. 25-56.
- Di Rienzo J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. 2019. InfoStat versión 2019. Córdoba: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina URL. <http://www.infostat.com.ar>
- Echeverría, H.E.; Sainz Rozas, H.R.; Barbieri, P.A. 2015. Maíz y Sorgo. En: Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos, Eds.: Echeverría, H. E.; García, F. Capítulo 15. 904 pp.
- Kruk, B.; Satorre, E.H. 2003. Densidad y arreglo especial del cultivo. En: Satorre, E.H. et al. (Eds). Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Universidad Nacional de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Capítulo 13: pág. 276 – 316.
- Madonni, G.A.; Ruiz R.A.; Vilariño, P.; Garcia de Salomone, I. 2003. Fertilización en los cultivos para grano. En Satorre, E.H. et al. (Eds). Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Universidad Nacional de Buenos Aires, Facultad de agronomía, Capítulo 19: pág. 501-557.
- Sarlangue, T.; Andrade, F.H.; Calviño, P.A.; Purcell, L.C. 2007. Why do maize hybrids respond differently to variations in plant density? Agronomy Journal, 99(4), 984-991.
- Uhart, S.A.; Andrade, F.H. 1995b. Nitrogen deficiency and maize: I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning and kernel set. Crop Sci. 35:1376-1383.
- Wolfe, D.W.; Henderson, D.W.; Hsiao, T.C.; Alvino, A. 1988. Interactive water and nitrogen effects on senescences of maize II Photosynthetic decline and longevity of individual leaves Agronomy Journal, 80: 865-870.

# ESTUDIO DE INFILTRACIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DE PROPIEDADES QUÍMICAS EN SUELO DE CORRALES DE FEEDLOT

Marianela Diez<sup>1\*</sup>; Mirian Barraco<sup>1</sup>; Cecilia Sardiña<sup>1</sup>

<sup>1</sup>EEA INTA General Villegas.

diez.marianela@inta.gob.ar

**Palabras clave:**

suelo, corrales, nutrientes.

## INTRODUCCIÓN

La acumulación de estiércol de ganado vacuno sobre la superficie de los corrales en actividades de feedlot genera grandes cantidades de solutos disueltos, altas concentraciones de fósforo (P), nitrógeno (N), potasio (K), metales pesados, materia orgánica (MO), patógenos, hormonas y antibióticos que pueden ser movilizados por flujos de agua afectando la calidad de agua superficial y subterránea (Miller et al., 2004; García et al., 2012). Por otro lado, el pisoteo animal y las lluvias promueven interacciones del estiércol con el suelo y la atmósfera generando así un estrato orgánico en la superficie de este, seguido por una interfaz estiércol-suelo (auto-sellada) y por debajo el suelo nativo. Debido a los procesos físicos de compactación por ganado y taponamiento físico de poros por el estiércol que ocurren en el estrato estiércol-suelo se reduce sustancialmente el flujo de humedad del suelo y la lixiviación de solutos hacia estratos más profundos. No obstante, no existe demasiada información local que cuantifique la tasa de infiltración en corrales, la estratificación de algunos parámetros químicos de suelo y si estas variables difieren según la posición del corral y su intensidad de uso. Los objetivos de este experimento fueron: 1- monitorear la infiltración básica y acumulada en corrales con escasa historia de uso (menos de cinco años) y 2- cuantificar algunas propiedades químicas de suelo hasta los 100 cm de profundidad, en tres posiciones del corral contrastante.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la EEA INTA Gral. Villegas en octubre de 2021. El feedlot cuenta con 24 corrales de 60 m \* 6 m cada uno (corrales experimentales, Cexp) y tres corrales de 60 m \* 60 m cada uno (corrales comerciales, Ccom). Para la medición de infiltración básica (mm h<sup>-1</sup>) y acumulada (mm) se definieron estaciones de muestreo, conformadas entre ocho-nueve anillos (estación de muestreo) atravesando el largo de cada corral, desde el comedero hacia el fondo. Se establecieron tres estaciones de muestreo en tres Cexp, dos estaciones de muestreo en dos Ccom y tres en una situación testigo (T) de referencia. Se utilizó el método del anillo simple y la medición se realizó hasta los 90 min. Para evaluar la estratificación de algunos parámetros de suelo en la capa de 0-100 cm se seleccionaron seis corrales y se definieron tres posiciones dentro de cada corral: comedero [C], medio [M] y fondo [F] y una situación testigo [T] (lote agrícola localizado fuera de los corrales). Los seis corrales se diferencian por la relación superficie/animal; es decir tres corrales permiten alojar hasta 120 animales (Ccom) mientras que los otros tres hasta 12 animales (Cexp),

la carga animal fue la misma en ambos corrales (30 m animal<sup>-1</sup>). El tiempo de ocupación difirió entre corrales, los Cexp estuvieron ocupados entre 4-6 meses al año mientras que los Ccom entre 6-8 meses. En cada posición se extrajeron muestras de suelo cada 20 cm hasta los 100 cm y las variables edáficas analizadas fueron: conductividad eléctrica (CE, dS m<sup>-1</sup>), pH, MO (g kg<sup>-1</sup>), P extractable (Pe, mg kg<sup>-1</sup>) y nitratos (NO<sub>3</sub>, mg kg<sup>-1</sup>). Cada muestra estuvo compuesta por 3 sub-muestras. Los resultados obtenidos se analizaron con el software infostat (Di Rienzo et al., 2020) utilizándose un diseño completamente aleatorizado (DCA) con tres repeticiones. Para detectar diferencias entre las medias de los tratamientos se realizó ANOVA y test LSD Fisher (P < 0,05).

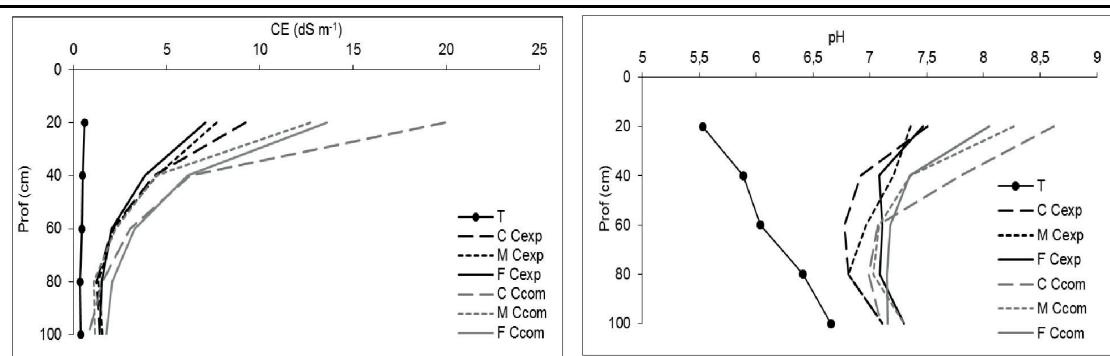
## RESULTADOS

Los valores de infiltración básica y acumulada fueron diferentes en las tres situaciones estudiadas (P<0,05). En el T se registraron los mayores valores de infiltración [170,5± 13 mm h<sup>-1</sup> y 273± 20 mm]; seguido de Cexp [34± 6,3mm h<sup>-1</sup> y 63± 9 mm] y Ccom [9,9± 7 mm h<sup>-1</sup> y 26,8± 11 mm], respectivamente. Es decir, los corrales de mayor relación sup. animal<sup>-1</sup> tuvieron una menor infiltración, pudiendo explicarse por una mayor compactación y/o auto sellado de la interfaz estiércol-suelo, limitando los flujos de agua y movimientos de solutos en profundidad. Respecto al estudio de estratificación en suelo los tratamientos evaluados tuvieron efecto significativo (P<0,05) sobre las variables químicas estudiadas, principalmente en los primeros 0-20 cm de perfil de suelo.

Con relación a la CE, en Ccom se alcanzaron valores superiores a los alcanzados en Cexp (Figura 1). Hasta los 80 cm se detectaron diferencias entre tratamientos, el T se diferenció del resto en todas las profundidades evaluadas. En Cexp no hubo incidencia de la posición del corral (P< 0,05). En Ccom, la CE fue mayor en la posición C en los primeros 0-20 cm (19± 1,5 dS m<sup>-1</sup>), mientras que en M y F fue similar (13± 1,5 dS m<sup>-1</sup>). El tratamiento T no superó el valor de 1 dS m<sup>-1</sup> en todas las profundidades evaluadas.

Respecto al pH, los valores fueron diferentes entre tratamientos hasta los 80 cm (P< 0,05). La situación T presentó un pH entre 5,5-6,6 en los 100 cm de profundidad, mientras que en la situación de corrales el rango fue entre 6,7-8,6, independientemente de la posición del corral en estudio. El pH fue mayor en corrales que en T. A su vez en Cexp no hubo incidencia de la posición, en cambio en Ccom la posición C fue la de mayor valor de pH diferenciándose del resto hasta los 40 cm, mientras que en 60 y 80 cm el pH fue igual en corrales (7,03± 0,16;

6,98± 0,13) diferenciándose del T (6,04± 0,16; 6,41± 0,13) respectivamente.



**Figura 1:** Valores de conductividad eléctrica (CE, dS m<sup>-1</sup>) y pH cada 20 cm hasta los 100 cm de profundidad de suelo evaluados en los tratamientos: T (testigo), C Cexp (comedero corral experimental), M Cexp (medio corral experimental), F Cexp (fondo corral experimental), C Ccom (comedero corral comercial), M Ccom (medio corral comercial), F Ccom (fondo corral comercial).

Los tratamientos tuvieron incidencia sobre la MO hasta los 60 cm ( $P < 0,05$ ; Tabla 1). Los valores de MO disminuyeron en profundidad, concentrándose en los primeros 20 cm, y siendo mayor en C Ccom. La posición C alcanzó un 52% más de MO respecto de M y F en los primeros 20 cm de profundidad de suelo y esto podría estar relacionado con una posible mayor acumulación de restos de comida en las adyacencias de los comederos.

**Tabla 1:** Contenidos de materia orgánica (g kg<sup>-1</sup>) cada 20 cm hasta los 100 cm de profundidad de suelo evaluados en los tratamientos: T (testigo), C Cexp (comedero corral experimental), M Cexp (medio corral experimental), F Cexp (fondo corral experimental), C Ccom (comedero corral comercial), M Ccom (medio corral comercial), F Ccom (fondo corral comercial).

Tratamiento	Profundidad (cm)				
	20	40	60	80	100
T	23,9	14,3	9,4	4,5	4,4
C Cexp	41,9	21,3	11,7	6,4	5,3
M Cexp	27,8	18,7	8	3,4	3,9
F Cexp	32,9	19	8,9	6,2	4,7
C Ccom	100,5	28,8	16,6	7,2	3,4
M Ccom	53,3	19,5	10,7	5	3,6
F Ccom	51,7	22,4	11,1	6,2	5,6
EE	0,57	0,23	0,13	0,11	0,15
P valor	0,0001	0,02	0,01	0,23	0,92

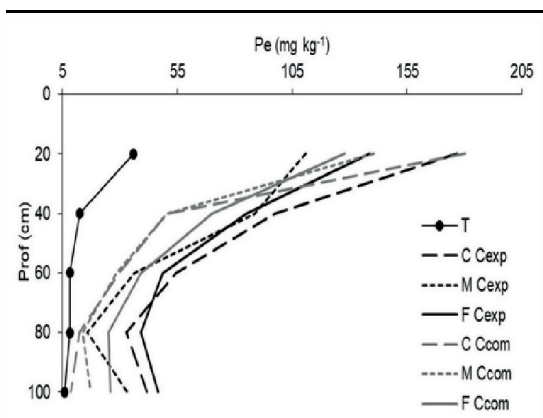
Hubo efecto del corral sobre los contenidos de Pe en todas las profundidades de suelo diferenciándose el T del resto ( $P < 0,01$ , Figura 2). En la posición C tanto de Cexp como Ccom se registró la mayor concentración de Pe en 0-20 cm ( $178 \pm 21,3$  mg kg<sup>-1</sup> y fue similar. En profundidad se observó una mayor concentración de Pe en Cexp respecto de Ccom. El valor mínimo alcanzado de Pe correspondió al tratamiento T en todas las profundidades: 36; 12,7; 8,2; 8,4; 6 mg kg<sup>-1</sup> para 0-20; 20-40; 40-60; 60-80 y 80-100 cm respectivamente. En corrales se concentraron 109, 61, 31, 15, y 23 mg kg<sup>-1</sup> más de Pe respecto al T para 20, 40, 60, 80 y 100 cm respectivamente. Ciganda y La Manna (2013) estudiando el potencial de contaminación sobre un sistema de engorde experimental en Uruguay encontraron acumulaciones significativas

de P en la superficie del suelo superiores a los hallados en este experimento (por encima de 300 mg kg<sup>-1</sup>) y de N por encima de 80 mg kg<sup>-1</sup> hasta 90 cm de profundidad. Esto coincide con Ciganda et al. (2015) quienes observaron una acumulación del Pe en los primeros 30 cm de suelo (175 mg kg<sup>-1</sup>) con valores promedios superiores a los testigos, y una disminución de los valores a mayor profundidad en 18 feedlots comerciales en Uruguay.

El contenido de nitratos fue diferente en todos los tratamientos y en todas las profundidades ( $P < 0,05$ ; Tabla 2). Los Cexp fueron los tratamientos que más nitratos acumularon en los 100 cm de suelo y hasta los 60 cm se registraron concentraciones por encima de 100 ppm en C Cexp, lo cual indica movimiento de nitratos en profundidad cercano al comedero (Tabla 2). En líneas generales a igual profundidad se observó mayor concentración de N<sub>03</sub> en T y C Cexp, M Cexp y F Cexp y esa diferencia fue significativa respecto a los Ccom. Estos valores no coinciden con lo hallado por Ciganda et al. (2015), quienes reportaron mayor acumulación de nitratos en corrales (concentraciones máximas de 55 ppm hasta los 30 cm) respecto de los sitios testigos. Sin embargo, coincide con la concentración de nitratos en profundidad observada en este trabajo.

## CONCLUSIONES

A los fines de este experimento y de un único momento de evaluación se concluye que hubo incidencia del corral de feedlot en las propiedades químicas de suelo estudiadas en todas las posiciones evaluadas. Esa incidencia fue mayor en los primeros 20 cm de profundidad de suelo. En la posición C hubo mayor concentración de Pe, de sales y mayor aporte de MO, respecto de la posición M y F. En relación a nitratos en los Ccom donde se midió una menor infiltración se registraron menores concentraciones de nitratos lo cual nos indicaría la importancia y función del auto-sellado de la capa de interfaz estiércol-suelo como barrera al movimiento de solutos y nutrientes en profundidad.



**Figura 2:** Contenido de fósforo extractable (Pe, mg kg<sup>-1</sup>) de corrales cada 20 cm hasta los 100 cm de profundidad de suelo evaluados en los tratamientos: T (testigo), C Cexp (comedero corral experimental), M Cexp (medio corral experimental), F Cexp (fondo corral experimental), C Ccom (comedero corral comercial), M Ccom (medio corral comercial), F Ccom (fondo corral comercial).

2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

- García, AR; R Maisonnave; M Massobrio & AF de Iorio. 2012. Field scale evaluation of water fluxes and manure solution leaching in feedlot pen soils. *J Environ Qual* 41:1591–1599. doi:10.2134/jeq2011.0320.
- Miller, J.J.; Handerek, B.P.; Beasley, B.W.; Olson, E.C.; Yanke, L.J.; Larney F.J. & Hasselback, P. 2004. Quantity and quality of runoff from a beef cattle feedlot in southern Alberta. *Journal of environmental quality*, 33(3), 1088-1097.

\*Trabajo presentado en XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, desarrollado en Buenos Aires del 15 al 18 de noviembre del 2022.

**Tabla 2:** Contenido de nitratos (NO<sub>3</sub>, mg kg<sup>-1</sup>) cada 20 cm hasta los 100 cm de profundidad de suelo en los tratamientos: T (testigo), C Cexp (comedero corral experimental), M Cexp (medio corral experimental), F Cexp (fondo corral experimental), C Ccom (comedero corral comercial), M Ccom (medio corral comercial), F Ccom (fondo corral comercial).

Tratamiento	Profundidad (cm)				
	20	40	60	80	100
T	136,38	101,01	91,18	83,9	53,43
C Cexp	120,6	171,81	112,52	81,29	54,93
M Cexp	114,97	111,23	60,62	47,85	51,76
F Cexp	112,52	104,7	59,11	75,4	48,63
C Ccom	81,76	32,05	25,95	41,75	55,01
M Ccom	53,41	27,25	27,64	23,49	22,19
F Ccom	47,5	26,09	32,09	31,14	27,9
EE	7,68	9,9	9,1	7,89	5,76
P valor	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,005

## BIBLIOGRAFÍA

- Ciganda, V. & La Manna A. 2013. Estudio sobre el potencial de contaminación de los Sistemas intensivos de Engorde Bovino a Corral sobre los recursos suelo y agua en el Uruguay. En Simposio Fertilidad 2013 [Acceso 08-03-2021 [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/7def669416f818032580b800647dc6/\\$FILE/Ciganda%20y%20La%20Manna%202013.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/7def669416f818032580b800647dc6/$FILE/Ciganda%20y%20La%20Manna%202013.pdf)].
- Ciganda, V.; Lizarralde C. & Eguren, G. 2015. Establecimientos de engorde de ganado a corral o “feedlots”. En Revista INIA, pp 39-44 [Acceso 03-10-2022 file:///C:/Bakup%20disco%20WD/Enero2022/Feedlot%20grupo%20GAF/Proyectos/2015-n.41-p.39-44-CIGANDA-revista-INIA-41.pdf].
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada M. & Robledo C.W. InfoStat versión



## EVALUACIÓN DE CULTIVOS DE COBERTURA CON DOBLE PROPÓSITO

Mariano Aguirre<sup>1</sup>; Miriam Barraco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>EEA INTA General Villegas.

aguirre.mariano@inta.gob.ar

### Palabras clave:

cultivos de cobertura, pastoreo, remanentes, biomasa.

### INTRODUCCIÓN

Desde hace años se vienen utilizando, con diferente grado de adopción, cultivos de cobertura (CC) en los sistemas de producción del noroeste bonaerense, principalmente en secuencias agrícolas continuas. Sin embargo, en las últimas campañas se han implementado CC con base de gramíneas en sistemas mixtos, con el doble propósito de pastorearlos y dejar remanentes de biomasa que se puedan incorporar al suelo y aportar a la mejora de parámetros físicos y químicos de los suelos. En estos planteos, en general, los CC se siembran después de un cultivo de soja (ya sea de primera o de segunda), lo que implica fechas de siembra tardías con respecto a un verdeo, llevando a una demora del periodo siembra-inicio de pastoreo. Por otro lado, al estar dentro de una rotación con cultivos agrícolas, se aconseja que su ciclo se vea interrumpido entre 50 y 60 días previos a la siembra del cultivo estival siguiente para que haya recarga de agua en el perfil y no ocurra inmovilización de nutrientes (nitrógeno esencialmente), sobre todo, si el cultivo siguiente es una gramínea. Estos cambios suman complejidad al sistema, ya que implican una menor ventana de tiempo para poder pastorear los CC y darles el tiempo necesario de rebrote para aportar biomasa al suelo antes de secarlos. Es así que surgen interrogantes sobre cómo afecta la duración del ciclo de las especies utilizadas como CC y el momento de pastoreo sobre la producción de materia seca, tanto para pastoreo como el remanente destinado al suelo. En este sentido el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes momentos de corte (simulación de pastoreo) sobre el aporte de biomasa aérea (BA) para pastoreo y como remanente al suelo en cultivares de gramíneas de diferente largo de ciclo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló durante la campaña 2021-2022 en la EEA INTA General Villegas sobre un suelo Hapludol Típico (57% de arena, 2,38% de materia orgánica, 12 ppm de fósforo (Bray 1), pH 5,8 y con una disponibilidad de 143 kg.ha<sup>-1</sup> de N como nitrato en la capa de 0-60 cm. Previo a la siembra de los CC se determinó el contenido de agua disponible (AD) hasta los 200 cm, a través de muestreos cada 20 cm. El 21/4/2021 se sembraron siete cultivares de gramíneas: Centeno Don Ewald (CE), Avena Elizabeth (AE) y Triticales: Don Santiago (TDS), Barbol (TB), Molle (TM), Concor (TC) y Exp 70 (T70). Los tres primeros corresponden a variedades de amplia difusión como CC o verdeos invernales, mientras que TB, TM y TC son cultivares recientemente inscriptos por INTA Marcos Juárez (Donaire et al., 2019) y T70 corresponde a un material experimental de INTA Bordenave. Los

cultivos fueron implantados con una sembradora experimental de cinco surcos distanciados a 20 cm y con una densidad de siembra de 280 semillas.m<sup>-2</sup>. Al momento de la siembra se aplicaron 140 kg.ha<sup>-1</sup> de superfosfato triple de calcio (0-46-0), mientras que el 5/5/2021, cuando el cultivo estaba en el estadio Z1.0, se aplicaron 86 kg.ha<sup>-1</sup> de urea (46-0-0). El ensayo presentó un diseño en parcelas divididas en bloques completamente aleatorizados. El factor principal fue el corte (Testigo sin corte, corte temprano y corte tardío) y las parcelas secundarias los distintos cultivares/especies.

En cada cultivar se determinó la duración, en días, de las etapas fenológicas más importantes y del ciclo (Ddc) (desde siembra a Z6.5); para esto se dejó un sector de la parcela sin intervenir hasta llegar a dicho estadio. Se utilizó como referencia la escala de Zadocks et al (1974). (S: siembra; Z1: Emergencia; Z2: Macollaje; Z3: Alargamiento del tallo; Z3.9: Lígula de Hoja bandera visible; Z5.5: ½ de la inflorescencia emergida; Z6.5: ½ antesis). Debido a la falta de información sobre el comportamiento de estos cultivares en la zona y en la fecha de siembra utilizada, para determinar los cortes se definieron dos momentos: uno relacionado al momento del cierre de surco de los cultivares de ciclo corto (Corte temprano) y otro al de los de ciclo largo (Corte tardío). Así a los 62 y 84 días desde la siembra (Corte temprano y tardío, respectivamente), se simuló el pastoreo mediante el corte de los CC con una segadora a hélice a una altura de 5 cm. Se midió la biomasa Cortada=Pastoreada (BAC Te y BAC Tr, corte temprano y tardío respectivamente) mediante cortes con aro de 0,25 m<sup>2</sup> y posterior secado en estufa y pesada. Además, se pesó la biomasa remanente. Se estimó la eficiencia de cosecha para cada momento de corte, como la relación [BAC/ (BAC + BA REMANENTE)].

Luego del corte se clausuraron las parcelas para estimar la producción de biomasa aérea (BA) del rebrote en ambos momentos. El momento de secado se hizo a fecha fija (27/9/2021) con el objetivo de acumular entre 50 y 60 días de barbecho previo a la siembra del cultivo estival (maíz demorado con siembra en la última semana de noviembre). En este momento se midió la BA final producida por el rebrote (BAA, biomasa aérea aportada al suelo), de los cortes temprano y tardío (BAA Te y BAA Tr, respectivamente) y del testigo sin corte (BAA T). Además, se registró el estadio fenológico para cada situación.

Para el análisis de los datos, primero se estudió cada especie por separado y luego se agruparon según el lar-

go de ciclo. Para ello, se formaron 3 grupos: especies de ciclo corto (CE), intermedio (AE y TM) y largo (TDS, TC y T70).

Los datos meteorológicos se obtuvieron de la estación meteorológica de la EEA General Villegas.

Se realizó análisis de varianza y test de comparación de medias de LSD Fisher ( $p < 0,05$ ) y análisis de regresión lineal con el software estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2019).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Condiciones climáticas

El AD en el suelo al momento de la siembra fue de 156 mm (un 65 % de capacidad de campo), pero las precipitaciones ocurridas durante el mes de mayo permitieron recargar el perfil (Tabla 1) y lograr un adecuado desarrollo de los cultivos.

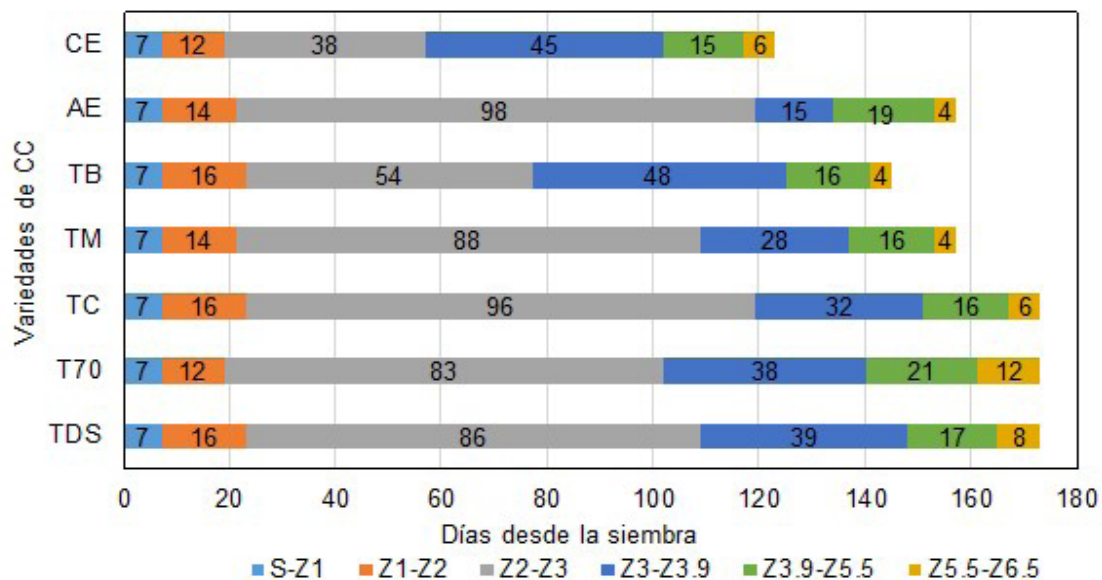
Entre los ciclos más largos están TC, T70 y TDS, los cuales alcanzaron dicho estadio a los 173 días (Figura 1). La tasa de acumulación de biomasa de estas especies fue descrita con más detalle en Aguirre et al. (2022).

Ligado a la menor duración del ciclo, CE y TB fueron las especies que tuvieron menor duración en la etapa Z2-Z3, lo que significa un menor periodo de macollaje y un pasaje anticipado al estadio de encañazón. En este sentido, al momento del corte tardío CE y TB se encontraban en la etapa de comienzo de encañazón, mientras que los demás cultivares se mantuvieron en el periodo de macollaje en ambos cortes. Esto cobra importancia pensando en el uso ganadero de las especies, ya que guarda relación con la calidad del forraje.

La BAC difirió significativamente entre cortes ( $p = 0.014$ ) y fue en promedio 1015 y 2336 kg MS. ha<sup>-1</sup> para los momentos temprano y tardío, respectivamente (Figura 2)

**Tabla 1:** Precipitaciones mensuales en mm durante el desarrollo del estudio (2021) e históricas (Hist.)

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
2021	76	83	3	0	24	45
Hist	72	39	24	22	22	46



**Figura 1:** Duración, en días, del ciclo (Siembra- Z6.5) y de cada estadio fenológico para cada especie. CE: Centeno Don Ewald; AE: Avena Elizabeth y Triticales; TDS: Don Santiago; TB: Barbol; TM: Molle; TC: Concor y T70: exp 70. S: siembra; Z1: Emergencia; Z2: Macollaje; Z3: Alargamiento del tallo; Z3.9: Lígula de Hoja bandera visible; Z5.5: ½ de la inflorescencia emergida; Z6.5: ½ antesis.

### Análisis por especies

Se encontraron diferencias en la duración de ciclo (Siembra a Z6.5) entre especies y por ende en el momento de producción total de biomasa. CE fue el cultivar de ciclo más corto (123 días), seguido por TB, AE y TM, que alcanzaron dicho estadio a los 145, 157 y 157 días, res-

Retrasar el corte en 22 días significó un aumento de alrededor de 1300 kg MS. ha<sup>-1</sup>.

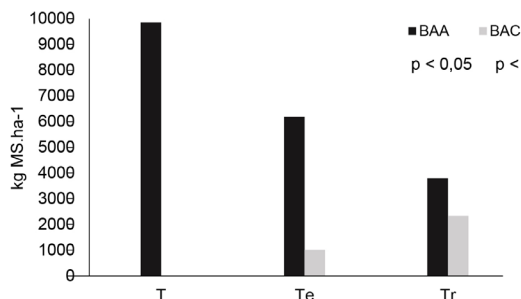
Teniendo en cuenta ambos cortes, el CE fue la especie que más kg MS aportó ( $p < 0.0001$ ) (2532 kg. ha<sup>-1</sup>), lo que puede relacionarse a su mayor velocidad para acumular biomasa aérea ligada a la menor duración de ciclo

(precocidad). La otra especie que se destacó fue TB con 2162 kg. ha<sup>-1</sup> (Figura 3). En relación a su uso ganadero, hay que tener en cuenta que estos dos cultivares al momento del corte tardío se encontraban al comienzo y a mitad de la etapa de encañazón, estadio fenológico límite en cuanto a la calidad y palatabilidad para su uso como forraje. Las especies de ciclo más largo, aportaron menos kg de MS en ambos momentos, ya que su acumulación de biomasa aérea fue más lenta. Sin embargo, aunque no se vieron diferencias significativas, tuvieron los mayores aportes de BAA, ya que al momento del corte se encontraban en estadios fenológicos menos avanzados (pleno macollaje) lo que favoreció el rebrote.

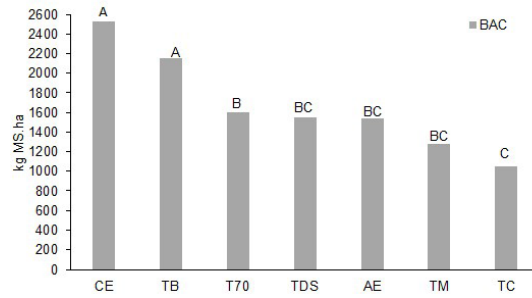
No se observó interacción entre especie y corte para BAA. Si hubo diferencias significativas al comparar el testigo con los momentos de corte ( $p < 0.001$ ) a favor del testigo, que en promedio produjo 9862 kg MS. ha<sup>-1</sup>. Al comparar los momentos de corte, el temprano se diferenció significativamente del tardío, con producciones de 6187 y 3803 kg MS. ha<sup>-1</sup>, respectivamente. No hubo diferencias significativas entre especies para el aporte de ( $p = 0.16$ ) (Figura 2). Sin embargo, en ambos momentos de corte, el CE fue la especie que menos biomasa aérea generó, ya que se encontraba en estadios fenológicos más avanzados (mediados de Z3.0) al momento del corte, lo que pudo haber afectado la capacidad de rebrote luego del corte.

Realizar un corte (pastoreo) temprano significó una reducción del 37% de la biomasa aérea aportada al suelo (versus un cultivo de cobertura sin corte), mientras que dicha reducción fue de mayor impacto para el corte tardío, alcanzando el 61%.

Al momento del secado los cultivares alcanzaron diferentes estadios fenológicos. Los de ciclo corto-intermedio lo hicieron en Z6.5, mientras que los de ciclo largo se encontraban en Z5.5 (Tabla 2).



**Figura 2:** Biomasa aérea cortada (=pastoreada) (BAC) y Biomasa aportada al suelo (BAA) promedio de todas las especies en dos momentos de corte. MS: materia seca; T: testigo sin cortar; Te: corte temprano, 62 días desde siembra; Tr: corte tardío, 84 días desde siembra. Letras diferentes significan diferencias significativas.



**Figura 3:** Biomasa aérea cortada (=pastoreada) promedio en ambos momentos de corte para cada especie. MS: materia seca; BAC: biomasa aérea cortada; CE: Centeno Don Ewald; AE: Avena Elizabeth y Triticales; TDS: Don Santiago; TB: Barbol ; TM: Molle; TC: Concor y T70: exp 70. Letras diferentes significan diferencias significativas.

**Tabla 2:** Estadios fenológicos al momento del secado (27/9/2021) según escala de Zadocks et al. (1974); CE: Centeno Don Ewald; AE: Avena Elizabeth y Triticales; TDS: Don Santiago; TB: Barbol ; TM: Molle; TC: Concor y T70: exp. 70; Z5.5: ½ de la inflorescencia emergida; Z6.5: ½ antesis.

TDS	T70	TM	TB	AE	TC	CE
Z5.5	Z5.5	Z6.5	Z6.5	Z6.5	Z5.5	Z6.5

Se observó una marcada tendencia ( $p = 0,07$ ) a lograr mayores eficiencias de cosecha en el corte tardío, con valores de 74%, respecto del temprano que logró eficiencias del 58% (Figura 3).

La baja eficiencia en el temprano guarda relación con la forma de crecimiento inicial de las especies de ciclo largo, caracterizado por ser más rastreras, disminuyendo su aprovechamiento en estos cortes, sumado a la baja acumulación temprana de biomasa aérea.

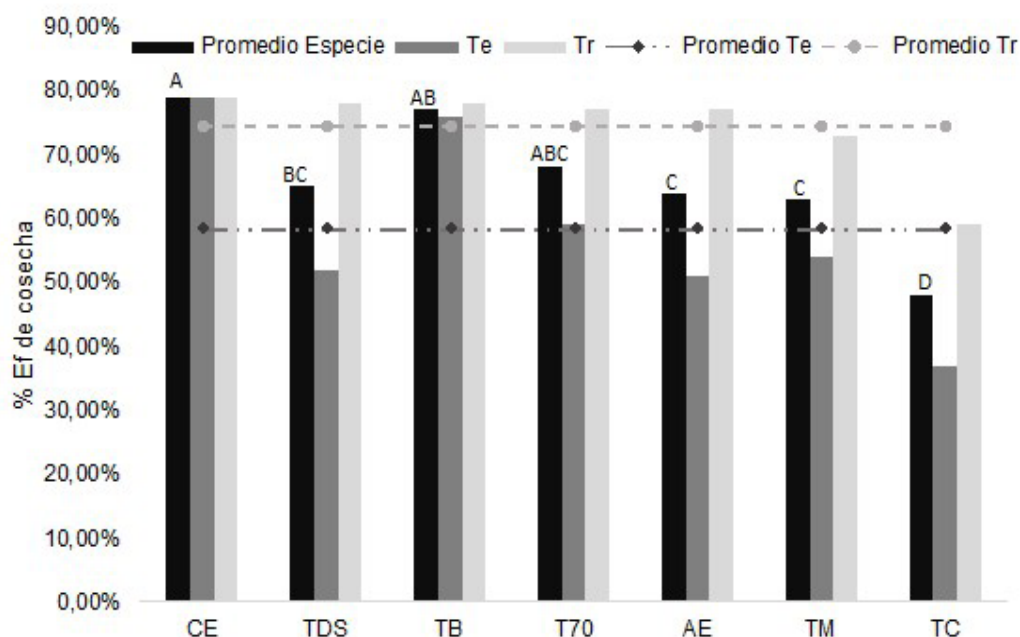
En el corte temprano, las especies de ciclo corto lograron valores más altos de eficiencia de cosecha (sin llegar a ser estadísticamente significativos). No así en el corte tardío, donde no hubo grandes diferencias (Figura 4).

En promedio para ambos cortes, los cultivares de ciclo corto tuvieron valores significativamente superiores ( $p = 0.008$ ) de eficiencia de cosecha con respecto a los de ciclo largo.

### Análisis por ciclo

Al agrupar las especies por largo de ciclo, se observó que la BAC fue significativamente mayor en CE de ciclo corto ( $p < 0,05$ ), diferenciándose de los cultivares ciclo medio y largo (Tabla 3). El ciclo corto produjo un incremento de la BAC de 1124.5 kg Ms. ha<sup>-1</sup> con respecto al resto. En el mismo sentido, se observó diferencias significativas ( $p = 0.03$ ) en la BAC según el momento de corte, a favor del temprano.

Para BAA no se observaron diferencias significativas entre ciclos ( $p = 0,16$ ). Sin embargo, cabe mencionar que los ciclos cortos fueron los que menos biomasa aportaron al suelo (Tabla 3). La BAA disminuyó significativamente



**Figura 4:** Eficiencia de cosecha (%) promedio por cultivar y por momento de corte. Te: corte temprano; Tr: corte tardío. CE: Centeno Don Ewald; AE: Avena Elizabeth y Triticales; TDS: Don Santiago; TB: Barbol ; TM: Molle; TC: Concor y T70:exp 70. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

cuando se hicieron cortes ( $p < 0,0001$ ) en comparación con el testigo, a su vez, el corte tardío produjo la menor cantidad de biomasa aérea aportada al suelo.

por la duración del ciclo (41% y 33% para los cortes temprano y tardío respectivamente).

Si bien los ciclos cortos tienen los mayores aportes de BAC, parecería que las especies de ciclo intermedio se

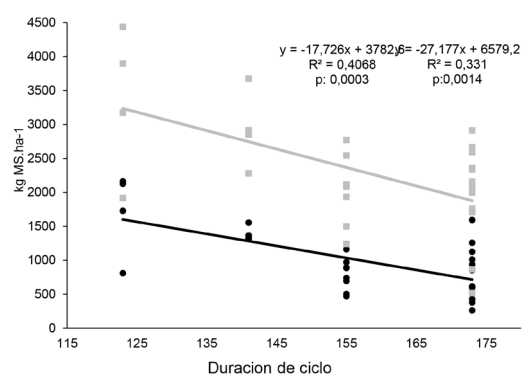
Al observar las pendientes de las curvas, vemos que el impacto negativo de aumentar la duración del ciclo es mayor cuando el corte es tardío (Figura 5).

**Tabla 3:** Biomasa aérea cortada (BAC) y aportada al suelo (BAA), según duración del ciclo y momento de corte. c: ciclo corto; i: ciclo intermedio; l: ciclo largo; T: testigo sin corte; Te: corte temprano; Tr: corte tardío. Letras diferentes significan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Variable	M			Ciclo			Valor p		
	T	Te	Tr	c	i	l	M	Ciclo	M*Ciclo
BAC	/	1102 B	2463 A	2532 A	1413 B	1402 B	0,03	0,002	0,68
BAA	9956 A	6029 B	3691 C	6182	7208	6284	<0,0001	0,16	0,64

podrían adaptar mejor a este doble propósito cuando las siembras son más tardías (segunda quincena de abril, primeros días de mayo), ya que, si bien su aporte de BAC no es el mayor, se mantienen en etapas fenológicas más adecuadas para ser aprovechadas por la ganadería a pesar de los atrasos en la fecha de corte, dando además, una mayor ventana de tiempo de aprovechamiento del CC como forraje y sin diferencias significativas en los aportes de biomasa al suelo (BAA).

La BAC se relacionó linealmente con la duración del ciclo para ambos momentos de corte. En ambos casos a medida que aumentó la duración del ciclo, disminuyó la biomasa aérea producida para un posible corte. Un buen porcentaje de la variabilidad de la BAC está explicado



**Figura 5.** Relación lineal entre Biomasa aérea cortada (BAC) y la duración del ciclo, para dos momentos de corte. MS: materia seca; Te: corte temprano; Tr corte tardío.

## CONCLUSIÓN

Las especies de ciclos cortos favorecerían la producción de BAC tanto para cortes tempranos como tardíos de los CC, sin que se observaran reducciones significativas en el aporte de biomasa al suelo, con respecto a las especies de ciclos más largos también pastoreados. Sin embargo, en relación a esto, presentan acortamiento del periodo de macollaje lo que conlleva a una menor ventana de tiempo para su pastoreo, debido a un avance anticipado a la etapa de encañazón.

En el mismo sentido, el momento de corte favorece uno u otro objetivo. Cortes temprano van a favorecer el rebrote de las CC y el aporte de BA al suelo con menores volúmenes de biomasa para pastoreo, mientras que cortes tardíos, favorecerán la BA cortada (=pastoreada) en detrimento de los aportes que el cultivo pueda hacer al suelo.

En las condiciones de este estudio, la realización de un corte (=pastoreo) de los CC produjo una reducción del 33 al 67% de la biomasa aportada al suelo según el momento de corte.

Si bien estos resultados muestran que es posible un doble uso de los CC, se requieren nuevos estudios que evalúen el impacto sobre la calidad del forraje según el momento de pastoreo y/o su efecto sobre la producción de carne.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Aguirre, M.A.; Barraco, M.R.; Rampo, M.J.; Girón, P. 2022. Evaluación de diferentes gramíneas invernales como cultivos de cobertura antecesores a maíz tardío. En: Congreso ciencias del suelo 2022.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. 2019. "InfoStat." Universidad Nacional de Córdoba.
- Zadoks, J.C; Chang, T.T.; Konzack, C.E. 1974. Weed Research 14:415-421.

\*Trabajo presentado en el 46° Congreso Argentino de Producción Animal, desarrollado en la UNNOBA, Pergamino, Buenos Aires del 13 al 15 de septiembre del 2023.

## GUÍA PARA CONOCER EL CONTENIDO NUTRICIONAL DEL ESTIÉRCOL

Marianela Diez<sup>12\*</sup>; Mirian Barraco<sup>12</sup>

<sup>1</sup>EEA INTA General Villegas- Grupo Agricultura y Gestión Ambiental;<sup>2</sup>Grupo GAF (gestión Ambiental en feedlot)

diez.marianela@inta.gob.ar

**Palabras clave:**

Palabras clave: nutrientes, ambiente, muestreo, feedlot

Analizar el contenido de nutrientes presentes en el estiércol permitirá satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos de manera más eficiente. Las tablas de estimación de nutrientes dan una idea general de su contenido, pero tienden a diferir de los valores reales debido a factores como el tipo de almacenamiento y la dieta del animal. Por lo tanto, el análisis del estiércol combinado con un criterio de manejo agronómico y una correcta tasa de aplicación permitirá optimizar el uso de nutrientes del estiércol y evitar impactos negativos al ambiente y los recursos naturales. El objetivo de este trabajo es desarrollar criterios o pautas para tener en cuenta al momento de conocer el contenido nutricional del estiércol generado en sistemas ganaderos intensivos, incluyendo el muestreo a campo, y definir un criterio de uso agronómico.

### La importancia del estiércol y su valor nutricional

El estiércol animal ha sido reconocido durante mucho tiempo como una fuente de nutrientes para el crecimiento de los cultivos además de contribuir a mantener o incrementar la fertilidad de los suelos por el aporte de materia orgánica (MO). El valor nutricional puede diferir significativamente de una granja a otra debido a variaciones en las condiciones de almacenamiento y manejo del estiércol, tipo y edad del ganado, formulación de raciones y otras prácticas de manejo.

A su vez, las condiciones climáticas y variaciones en el manejo pueden hacer que el contenido de nutrientes del estiércol varíe de mes a mes y de

taminación de cuerpos de agua superficial y sub-superficial a través de la lixiviación o la escorrentía.

### ¿Qué nutrientes aporta el estiércol?

El estiércol suministra nitrógeno, fósforo y potasio a los cultivos en crecimiento. La proporción de N:P suele ser inferior a la requerida por el cultivo que se fertiliza, por lo tanto, estas fuentes orgánicas puede complementar parcialmente pero no sustituir a los fertilizantes comerciales. Si el criterio de aplicación de estiércol se basa en la concentración de P, es posible que no se suministre suficiente N y se provoque un desajuste entre la oferta y la demanda del cultivo que podría aumentar los costos de fertilización. De esta forma, podría reducirse el valor percibido del estiércol al aumentar el costo de aplicación de fuentes orgánicas e inorgánicas.

Alternativamente si se aplica estiércol para satisfacer la demanda de N del cultivo, se acumulará un exceso de fósforo en el suelo, pudiendo tener consecuencias negativas para el ambiente (Paudel et al., 2009). En base a análisis químicos y nutricionales de estiércoles sólidos bajo distinto procesamiento (fresco, apilado sin remoción, compostado) remitidos por empresas de feedlot localizadas en el Noroeste de la provincia de Buenos Aires, se destaca la gran variabilidad que presentan estos subproductos (Tabla 1). Existen materiales que pueden aportar 2,6 g; 7,6 g y 23 g de N y 1,6 g; 4,1 g y 9,1 g de P por kg de estiércol (Tabla 1).

### No todos los nutrientes presentes en el estiércol están disponibles para el cultivo, ¿por qué?

**Tabla 1:** Valores promedios, mínimos y máximos de variables químicas y nutrientes de 35 muestras de estiércol proveniente de feedlots del Noroeste Bonaerense.

n= 35	pH	CE	MS	MO	Nt	Pt
		dS m <sup>-1</sup>			%	
<b>Promedio</b>	8,55	10,80	63,50	15,30	0,76	0,41
<b>Mínimo</b>	5,60	0,70	13,00	4,20	0,26	0,16
<b>Máximo</b>	9,90	27,70	94,00	65,00	2,30	0,91

CE= conductividad eléctrica; MS= materia seca; MO= materia orgánica; Nt= nitrógeno total

Pt= fósforo total; n= número de muestras analizadas

año a año en la misma granja. Al reemplazar fertilizantes químicos por estiércol, los productores deben conocer las cantidades de nutrientes suministrado a los cultivos para ajustar adecuadamente las tasas de fertilizantes comerciales según las necesidades de los cultivos mientras se minimiza el riesgo de con-

Cuando se aplica estiércol al suelo no todos los nutrientes son asimilables inmediatamente por las plantas. Para el caso del N el proceso es más complejo. Las plantas sólo pueden utilizar aquella fracción que se encuentra en forma mineral, y dado que el estiércol contiene formas minerales y orgánicas se necesita que se mineralice la

fracción orgánica para que las plantas puedan asimilarlo. Se estima que del N presente en el estiércol sólo estará disponible entre un 25-30% el primer año de aplicación, entre 40-45% durante el segundo año de aplicación, y el resto al tercer año. Como la mineralización es un proceso continuo que se produce durante todo el año y los cultivos agrícolas sólo utilizan el N mineral en 5-6 meses, aquel N orgánico que se mineralice fuera de los períodos en los que puede ser aprovechado por las plantas sufrirá pérdidas. Por otra parte, la demanda de N por los cultivos varía durante el ciclo (siendo baja en los primeros estadios y aumentando exponencialmente a partir de 40-50 días desde la emergencia). Por lo tanto, la eficiencia de utilización del N del estiércol es baja y es afectada, entre otros factores, por la forma, las condiciones y época de aplicación y el tipo de cultivo. Además, la incorporación del estiércol en el suelo aumenta la disponibilidad de N al primer año de uso con respecto a si es aplicado en superficie. Por lo tanto, debemos minimizar las pérdidas de N (lixiviación, volatilización y desnitrificación) para lograr una mayor eficiencia y aprovechamiento de este por parte de los cultivos. El fósforo, en cambio, está disponible casi en su totalidad el primer año de aplicado el material dado que está presente en un 90% como fósforo inorgánico, inmediatamente disponible para el cultivo. A su vez es un nutriente poco móvil, poco susceptible a ser lixiviado, pero puede incrementar su tasa de migración cuando el suelo excede las posibilidades de absorción y retención de nutrientes. Las fertilizaciones recurrentes con estiércol incrementan significativamente los niveles de este nutriente por lo que se recomienda testear su disponibilidad previa a la aplicación de estiércol.

El aporte de potasio por el estiércol es similar al nitrógeno, por lo que al fertilizar por requerimientos de nitrógeno se fertiliza también con potasio en las proporciones deseables.

### Tipos de estiércol

Independientemente de la producción pecuaria predominante, el porcentaje de materia seca (%MS) define el tipo de estiércol y los requisitos para el muestreo. El rango de materia seca va de < 4 % a > 20% (Tabla 2).

Esto define la herramienta a utilizar para extraer la muestra y el lugar. Existen muestreadores o colectores específicos para estiércol sólido o semi-sólido y purines o estiércol líquido (Foto 1).

**Tabla 2.** Tipo de estiércol según el porcentaje de materia seca (%MS).

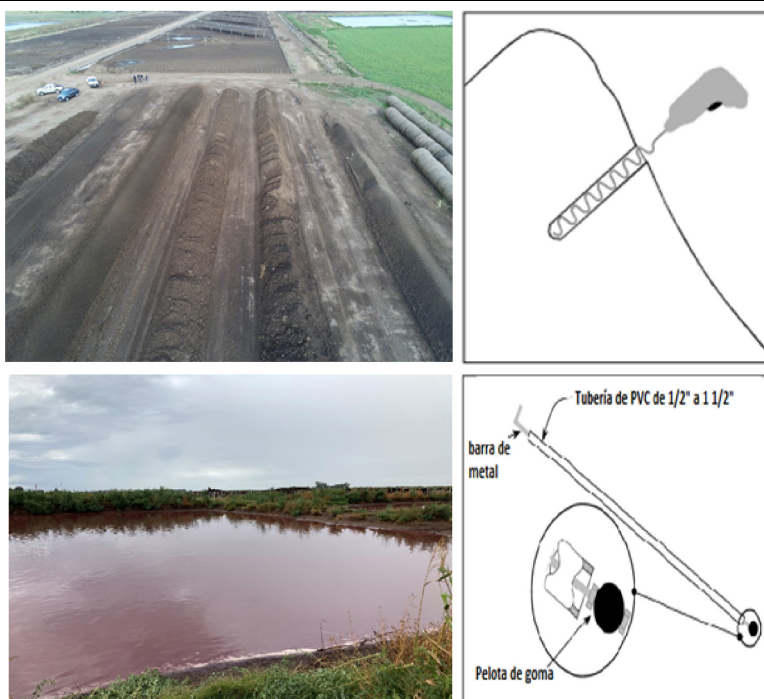
Tipo	%MS
Estiércol líquido	< 4
Purines	4 a 10
Estiércol semi-sólido	10 a 20
Estiércol sólido	> a 20

Adaptado de Wortmann et al (2014). University of Nebraska–Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources.

### Momento de muestreo:

#### ¿Cuándo conviene?

Si el estiércol se analiza antes de la aplicación al suelo, es decir, durante el almacenamiento y apilamiento de



**Foto 1.** Fotos ilustrativas de: a) Estiércol sólido dispuestos en pilas o hilera; b) Uso correcto de barreno para muestreo en pilas o hileras de estiércol sólido; c) Estiércol líquido o purín en lagunas de almacenamiento; d) colector de PVC para muestreos verticales de estiércol líquido o purín almacenados en lagunas.

este, los resultados pueden utilizarse para ajustar las tasas de aplicación y para determinar si se necesitará nitrógeno adicional u otros nutrientes. Sin embargo, algunos nutrientes se pierden durante el almacenamiento y la manipulación por lo que es posible que no se reflejen los nutrientes realmente aplicados. Por el contrario, el muestreo se puede realizar el día de la aplicación del estiércol al lote, durante o después de la carga del material en el carro esparcidor y así obtener una muestra aún más representativa, aunque “a priori” no permitirá ajustar ni corregir ningún nutriente.

### **Muestreo de estiércol sólido dispuesto en pilas o hileras:**

En los feedlot, el manejo tradicional del estiércol consiste en el barrido de corrales y el armado de pilas o trincheras a la intemperie (sin remoción) durante un tiempo hasta su uso mientras que algunas empresas adoptan un manejo más tecnológico y dinámico que consiste armar pilas y posteriormente voltear o mezclar el material con algún implemento durante un período de tiempo determinado (De Luca y De Luca, 1997), llevando a cabo un tratamiento previo de compostaje.

Este tratamiento lo realizan microorganismos en condiciones aeróbicas (en presencia de oxígeno) y como producto final se obtiene un material estable, libre de patógenos y semillas de malezas, que presenta menor volumen y humedad y un mayor valor agregado. Independientemente del manejo que se adopte, el muestreo del material a la hora de conocer su valor nutricional es clave y para ello se recomienda:

- Extraer, al azar, la mayor cantidad de submuestras posibles para representar todos los nutrientes disponibles y colocar en un balde de plástico limpio. Recomendación: 30 submuestras minimizan el error (Foto 1a)
- En lo posible usar un calador de acero (de 2-3 cm de diámetro) para llegar a mayor profundidad de la pila; sino con una pala. Las muestras deben extraerse aproximadamente a 50 cm desde la superficie de la pila hacia el centro (Foto 1b). Evite tomar muestras de la parte superior o los bordes de la pila donde se ha formado una costra.
- Use guantes y equipo de protección personal adecuado, para evitar accidentes.
- Mezclar el total de submuestras y extraer una alícuota de aproximadamente 1,5 kg y colocarla en una bolsa plástica. Eliminar el exceso de aire e identificar correctamente la muestra con información necesaria para el laboratorio: fecha de muestreo, lote, número de pila.
- Coloque una segunda bolsa para evitar fugas y pérdida de material.

- Si la muestra no puede ser enviada al laboratorio inmediatamente se recomienda refrigerar, en cambio si se retrasa el envío al laboratorio conviene congelar la muestra.

Otro punto de muestreo del estiércol puede ser durante la regulación del equipo, extendiendo una lona plástica de superficie conocida en el camino del aplicador. Después que pasa el esparcidor, se debe pesar el estiércol recolectado de la lona. Se recomienda realizar esta operación cinco a seis veces durante la aplicación, mezclando minuciosamente y recolectando submuestras de cada operación. La ventaja de realizar el muestreo en este momento es que permite además regular o calibrar el equipo y la dosis de manera sencilla.

Los kg de estiércol recolectados en una lona de “x” mt de ancho por “x” mt de largo, es igual a la cantidad de kg de estiércol por ha.

$$\text{Dosis aplicada (kg /ha)} = \frac{\text{Kg de estiércol recolectado} \times 10.000 \text{ m}^2}{\text{Área de la lona (m}^2\text{)}}$$

### **Muestreo de estiércol líquido o purín almacenados en lagunas:**

Un purín o estiércol líquido tiende a contener una variedad de sólidos en suspensión o sedimentables lo que hace que el estiércol se estratifique. En estos casos se recomienda una agitación previa del material a través de un bombeo para obtener una muestra más representativa. El fósforo se suele concentrar en los estratos inferiores mientras que el nitrógeno puede concentrarse en estratos superiores, medios e inferiores de la laguna. Por lo tanto, la confiabilidad de los resultados del análisis del purín o estiércol líquido será mejor con agitación previa. Dicha tarea puede de dos a cuatro horas de agitación antes de retirar el estiércol. La muestra puede recolectarse de la bomba durante la carga o cuando se bombea a un sistema de riego o a un carro esparcidor líquido.

Se recomienda:

- Extraer muestras de varias cargas o varias veces durante el bombeo para garantizar una muestra representativa.
- Se debe contar con un muestreador hecho con tubería de PVC para muestreos verticales (Foto 1d) y un cucharón plástico.
- El total de submuestras se colocará en un balde plástico limpio. Se revuelve el material colectado con un cucharón plástico asegurándose un correcto mezclado de los sólidos en suspensión, luego se extrae una alícuota y se coloca en un recipiente plástico de boca ancha con tapa de rosca.
- Si se muestrea una estructura de almacenamiento sin agitación, es importante obtener estiércol de las



distintas profundidades debido a la estratificación de los nutrientes. Una buena estimación del contenido de nitrógeno del estiércol líquido muestreado en lagunas de almacenamiento sin agitar requiere al menos 20 submuestras.

- No se recomienda el uso de recipientes de vidrio ya que pueden romperse en respuesta a la expansión del gas.

- Si la muestra debe enviarse por correo al laboratorio de análisis, se debe congelar y colocar en una bolsa de plástico sellada, teniendo la precaución de dejar un poco de espacio de aire cerca de la parte superior del recipiente.

- Durante el muestreo, se deben usar guantes y equipo de protección personal adecuado, para evitar accidentes. La toma de muestras de purines y estiércol líquido desde una laguna de almacenamiento es peligrosa debido a la posibilidad de caer en la unidad de almacenamiento o respirar los gases potencialmente letales emitidos durante la agitación del estiércol.

Otro punto de muestreo del estiércol líquido puede ser en el momento de la aplicación, a través del sistema de riego por aspersión. Para ello se colocan las bandejas de recolección o cubetas en ocho o más puntos a lo largo del área aplicada para recolectar el estiércol.

#### **Etiquetado, envío y análisis de muestra**

Etiquete el recipiente de la muestra para su identificación, incluyendo nombre y dirección, fecha de muestreo, tipo de estiércol y ubicación de la muestra.

Cada laboratorio tiene sus propios protocolos de toma de muestra, se recomienda consultar previamente al laboratorio para determinar qué información se requerirá. Si la muestra no se envía de inmediato al laboratorio deberá refrigerarse o congelarse para evitar pérdidas de nutrientes y transformaciones. Tener en cuenta que la congelación de muestras hace que se expandan el material, por lo que los contenedores no deben llenarse completamente hasta el tope. Si se mantiene a temperatura ambiente, el estiércol puede eventualmente fermentar o descomponerse, con una descomposición significativa de los sólidos. Evitar dejar muestras en un vehículo donde puede calentarse mucho.

#### **Análisis de laboratorio**

Elegir qué pruebas de estiércol hacer depende de las necesidades e inquietudes individuales. Las determinaciones más frecuentemente necesarias para optimizar el manejo de los nutrientes son nitrógeno total (N) y amónico (NH<sub>4</sub>-N), fósforo total (P), potasio total (K), pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), cenizas y contenido de humedad. Tenga en cuenta que ninguno de los nutrientes está disponible al 100% el primer año.

- **Nitrógeno:** el nitrógeno total se informa como TN (nitrógeno total) o TKN (nitrógeno Kjeldahl total). "Kjeldahl" se refiere al tipo de análisis. Cualquiera de las pruebas medirá la cantidad total de N inorgánico (disponible para la planta) y N orgánico (no disponible para la planta) al mismo tiempo. El amonio-N es la forma inorgánica primaria en el estiércol y está inmediatamente disponible para las plantas. Por ejemplo, los abonos con alto contenido de amonio deben inyectarse o incorporarse al suelo lo más rápido posible para preservar ese nitrógeno para las plantas. Cuando se expone al aire, el amonio puede convertirse rápidamente en gas (un proceso llamado volatilización) y perderse. El nitrato-N suele ser una fracción pequeña para afectar las decisiones de manejo, a menos que el estiércol se composte. El nitrógeno orgánico se determina como la diferencia entre el nitrógeno total y el nitrógeno inorgánico.

- **Fósforo:** el fósforo total se informa como P o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Dado que las recomendaciones de nutrientes usan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, asegúrese de que esta sea la forma que está usando para calcular el fósforo disponible para la planta. Para convertir de P total a P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, use esta ecuación: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = P \* 2,29. La mayor parte del fósforo del estiércol (alrededor del 75 por ciento) se encuentra en formas inorgánicas, disponible para la planta.

- **Potasio:** el potasio total se informa como K o K<sub>2</sub>O. Al igual que el fósforo, las recomendaciones de nutrientes usan K<sub>2</sub>O. Para convertir el K total a K<sub>2</sub>O total, se usa la siguiente ecuación: K<sub>2</sub>O = K \* 1,2.

- **Contenido de humedad (o materia seca, % MS):** se reporta como porcentaje y representan los sólidos presentes en la muestra.

- **pH:** Si se va a aplicar estiércol en la superficie, podría ser valioso probar el pH. Un pH más alto aumentará la cantidad de amonio perdido en la atmósfera como amoníaco.

- **Conductividad eléctrica (CE):** determina las sales solubles presentes en el estiércol. Las unidades de medida son milimhos por centímetro (mmho cm<sup>-1</sup>) o deciSiemens por metro (dS m<sup>-1</sup>). Podría ser una prueba útil si el sitio de aplicación del estiércol presenta características de suelo salino o sódico. Una medida de CE puede ser importante al regar estiércol líquido o purín sobre cultivos en pie para evitar posibles quemaduras de hojas.

- **Materia orgánica (MO) y cenizas:** es una medida de la fracción orgánica y mineral del estiércol. La MO representa la fracción orgánica y las cenizas la fracción mineral del estiércol, es decir es un indicador de la proporción de tierra que puede tener

ese estiércol. Cuanto mayor sea el valor de MO menor será el valor de cenizas.

•**Micronutrientes:** el estiércol contiene los micronutrientes que las plantas necesitan para crecer, por lo que generalmente no es necesario analizarlos. Se puede hacer una excepción si existe la preocupación de una deficiencia de micronutrientes.

•**Relación carbono: nitrógeno (C/N):** se calcula como el cociente entre el C y el N. Esta relación indica si el estiércol será una fuente inmediata de N disponible para la planta o si la descomposición microbiana del estiércol hará que el N no esté disponible después de la aplicación. Los materiales que se agreguen al suelo con una relación C:N mayor que 24:1, resultarán en un déficit temporal de nitrógeno (inmovilización), y aquellos con una relación C:N menor que 24:1 resultarían un superávit temporal de nitrógeno (mineralización).

Una vez analizado el estiércol, independiente del tipo, se define la dosis a aplicar en función a:

1. Requerimiento nutricional del cultivo (en términos de N y P principalmente).
2. Rendimiento objetivo del cultivo (según la zona).
3. Oferta de nutrientes del suelo, principalmente de los niveles de nitratos (0-60 cm de profundidad del suelo) y fósforo disponible (0-20 cm de profundidad de suelo).
4. Se recomienda un criterio de aplicación de estiércol basado en la concentración de P del estiércol y cubrir la demanda de N del cultivo con una fuente externa mineral, para evitar excesos de P en el suelo y su eventual riesgo de contaminación del recurso agua por arrastre. En caso de que en el sitio se registren niveles de P disponible por debajo de 10 ppm, se podría tomar un criterio de aplicación basado en la concentración de N del estiércol el primer año, y al año siguiente monitorear los valores de P disponible.

## BIBLIOGRAFÍA

- Wortmann, S; Shapiro, A.; Schmidt, A.M. 2014. Manure Testing for Nutrient Content. University of Nebraska–Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources. En: UNL Extension publications are available online at <http://extension.unl.edu/publications>.
- DeLuca, T. & DeLuca, D. 1997. Composting for feedlot manure management and soil quality. *J. Prod. Agric.* 10(2):235-241. doi: 10.2134/jpa1997.0235.
- Paudel, K.P; Bhattarai, K.; Gauthier, W.M.; Hall, L.M. 2009. Geographic Information Systems (GIS) Based Model of Dairy Manure Transportation and Application with Environmental Quality Consideration. *En Waste Management* 29(5):1634–43.

# INCLUSIÓN DE CULTIVOS DE COBERTURA O DE DOBLE PROPÓSITO EN SISTEMAS MIXTOS DE PRODUCCIÓN

Mirian Barraco<sup>1\*</sup>, José Lista<sup>2</sup>, Pedro Courreges<sup>2</sup>, Paula Girón<sup>3</sup> - <sup>1</sup>EAA INTA General Villegas; <sup>2</sup>Actividad Privada; <sup>3</sup>Bayer Crop Science  
**barraco.miriam@inta.gob.ar**

## Palabras clave:

avena, triticale, soja; agua en el suelo.

## INTRODUCCIÓN

Los cultivos de cobertura (CC) se han difundido considerablemente en los sistemas de producción del noroeste bonaerense con diversos objetivos, entre los que se destacan el aporte de carbono a los suelos, control de malezas, mejora de propiedades físicas y/o en la eficiencia en el uso del agua, etc., (Barraco, 2022; Barraco et al., 2020; Lobos et al., 2020). En este sentido, numerosos estudios se han enfocado en evaluar estrategias de manejo (elección de especies, nutrición, momentos de secado) para optimizar la productividad del cultivo siguiente en la rotación (Barraco et al., 2022) o evaluar su efecto en los sistemas en el largo plazo.

En su mayoría la información generada se basa en secuencias agrícolas continuas y es escasa la información de su inclusión en sistemas mixtos agrícolas-ganadero. Por otro lado, el uso de cultivos de invierno doble propósito (pastoreo/CC) también ha sido poco evaluado y requiere del ajuste de la práctica para los actuales sistemas de producción. El objetivo de este estudio fue evaluar la inclusión de cultivos de invierno como CC o doble propósito y su impacto en variables de suelo, productividad de los cultivos y resultados económicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló durante la campaña 2021-22 en el establecimiento "Don Fernando" aledaño a la localidad de Elordi (Pdo de General Villegas, Pcia. de Buenos Aires). Sobre un cultivo antecesor de maíz para silo se establecieron los siguientes tratamientos: cultivo de avena con destino a pastoreo/cobertura, cultivo de triticale como CC y testigo (barbecho). Los cultivos se sembraron el 10 de marzo de 2021, con una densidad de 60 kg ha<sup>-1</sup> de avena y 80 kg ha<sup>-1</sup> de triticale y se fertilizaron con 50 kg ha<sup>-1</sup> de urea. Los cultivares utilizados fueron Paloma (avena) y ONA (triticale). El estudio se desarrolló sobre una superficie de 84 has.

Dado que el lote presentaba consociaciones de suelos de Hapludoles Típicos y Thaptos se seleccionaron y georeferenciaron en cada tratamiento 3 sectores de Hapludoles Típicos para realizar los seguimientos de propiedades de suelo y mediciones de producción de los cultivos. En promedio las características edáficas fueron: 14% de arcilla, 22% de limo, 64% de arena, 2,15% de materia

orgánica, 8,90 ppm de fósforo extractable y 5,7 de pH, con una capa discontinua de tosca entre los 160 y 200 cm de profundidad.

En el caso de avena se realizaron dos pastoreos entre el 1 de mayo y el 21 de julio con una tropa de 300 novillitos que se pesaron al ingreso y salida del pastoreo respectivamente, para estimar la ganancia de peso de dicho período. El día 27/8/21 se interrumpió el ciclo de los cultivos de invierno mediante la aplicación de glifosato. En ese momento se evaluó la producción de biomasa y el contenido de agua de los suelos. Previo a la siembra de soja el día 28/10/21 se evaluó nuevamente el contenido de agua de los suelos y la disponibilidad de nitrógeno de nitratos (0-60 cm).

Los datos de rendimiento de soja se recolectaron del monitor de rendimiento, recortando una zona buffer de 25 por 15 m alrededor de los puntos georeferenciados. En cada secuencia de cultivos se registraron las labores e insumos utilizados para el cálculo de costos (datos no presentados). Con los datos de rendimiento y precio de soja se estimaron los ingresos y se confeccionaron los márgenes brutos (agrícolas, ganaderos y la sumatoria de ambos) expresados en dólares ha<sup>-1</sup>.

Se realizaron análisis de varianza y test de comparación de medias de Tukey ( $p < 0,05$ ) con el software estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2019).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad lograda fue de 182 y 230 plantas m<sup>-2</sup> para avena y triticale, respectivamente. En la Tabla 1 se presentan las precipitaciones durante el ciclo de los cultivos y los datos históricos de la región. Las lluvias durante el ciclo de los cultivos de invierno resultaron similares a los valores históricos, mientras que la correspondiente al ciclo del cultivo de soja resultaron significativamente superiores.

Al momento del secado el aporte de biomasa al suelo fue de escasa magnitud (Tabla 2). Esto se debería a la que la fecha de secado temprana condicionó el rebrote del cultivo de avena pastoreada (26 días desde el pastoreo) y a que el cultivar de triticale es de ciclo largo, con menor tasa de acumulación de biomasa en los primeros estadios de desarrollo. La inclusión de los cultivos inver-

**Tabla 1:** Precipitaciones (mm) mensuales durante el desarrollo del estudio (año 2021-2022) e históricas (Hist)

	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
21-22	128	65	69	4	0	9	57	38	279	152	362	150	42
Hist	122	72	39	24	22	22	46	91	95	99	98	91	112

nales no afectó la disponibilidad de agua al momento de secado ni a la siembra de soja, coincidiendo con estudios previos en la región que muestran bajos consumos de agua en verdeos cuyo ciclo es interrumpido previo a anthesis (Rampo et al., 2020).

Sin embargo, la disponibilidad de nitrógeno de nitratos fue menor sobre verdeos, con respecto al barbecho (Tabla 2). Esto se debe fundamentalmente al consumo de N del suelo por las gramíneas durante su ciclo de crecimiento, una alta relación carbono/nitrógeno de los residuos que genera inicialmente un período de inmovilización en la primera etapa de degradación y el escaso período de barbecho. Esta menor disponibilidad de nitrógeno en el suelo no afecta generalmente la productividad de soja debido al aporte de N que obtiene a través de la fijación biológica del nutriente, pero podría condicionar la producción de un cultivo gramínea como maíz o sorgo que le siga en la rotación (Barraco et al., 2022). Dado las precipitaciones estivales (Tabla 1) el desarrollo del cultivo de soja fue muy aceptable con rendimientos medios de 5121 kg ha<sup>-1</sup> sin detectarse diferencias significativas entre las secuencias evaluadas (Tabla 2).

El pastoreo del cultivo de avena permitió una ganancia diaria promedio de 0,66 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, logrando una producción de carne equivalente a 224 kg ha<sup>-1</sup>, con un margen neto ganadero de 176 U\$ ha<sup>-1</sup>. El margen bruto de la secuencia cultivo de invierno/soja varió entre 1129 y 1236 U\$ ha<sup>-1</sup>, con valores similares para avena de pastoreo y barbecho. Si bien el margen bruto con CC fue un

sistemas agrícolas-ganaderos en un marco de manejo sustentable de los recursos naturales. Entre estas prácticas se destacan la adecuación de la fecha de siembra, selección de especies y/o variedades, intensidad de pastoreo o momento de secado más convenientes para no afectar la productividad del cultivo agrícola que le sigue en la rotación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barraco, M.R. 2022. Provisión de agua y cultivos de servicio. Actas XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 15 al 18 de noviembre de 2022. Buenos Aires, Argentina.
- Barraco, M.R.; Alvarez, C.; Girón, P.; Aguirre, M. 2022. Impacto del manejo de cultivos de cobertura sobre la productividad de maíz tardío. Actas XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 15 al 18 de noviembre de 2022. Buenos Aires, Argentina.
- Barraco, M.R.; Álvarez, C.; Girón, P.; Miranda, W.; Rampo, M.; Lobos, H.M. 2020. Impacto de 13 años de secuencias agrícolas continuas en algunas propiedades de suelo. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 13 al 16 de octubre de 2020, Corrientes, Argentina.
- Di Rienzo J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. 2019. InfoStat versión 2019. Córdoba: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina URL. [www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar)
- Lobos, M.; Rampo, M.; Girón, P.; Barraco, M.R.; Miranda, W. 2020. Efecto de los cultivos de cobertura sobre

**Tabla 2.** Aporte de biomasa al momento del secado, disponibilidad de agua y de nitrógeno de nitratos (N) y rendimiento de soja (Rto) según diferentes usos de cultivos de invierno. Sec=secado de cultivos de invierno, Sbra Sj=siembra soja. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0,05$ )

Manejo	Biomasa kg ha <sup>-1</sup>	Agua Sec mm	Agua Sbra Sj mm	Nit Sbra Sj kg ha <sup>-1</sup>	Rto Soja kg ha <sup>-1</sup>
Avena (Pastoreo)	1221	75	101	43 b	5134
Triticale (CC)	3652	87	134	34 b	5156
Barbecho	-	94	138	90 a	5072

**Tabla 3.** Margen Bruto según los diferentes manejos de los cultivos de invierno

Manejo	Margen Bruto Agrícola	Margen Bruto Ganadero	Margen Bruto Compuesto
Avena de Pastoreo	1060	176	1236
Triticale como CC	1129	-	1129
Barbecho	1252	-	1252

9 % menor a los otros manejos, no se están contemplando en este análisis los numerosos beneficios adicionales de su inclusión en el sistema.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo, muestran la factibilidad de incluir CC o de doble propósito invernales sin afectar la productividad del cultivo de soja. Se requiere nuevos estudios que evalúen prácticas de manejo de los cultivos para optimizar la producción y rentabilidad de los

las malezas, el impacto ambiental y el rendimiento de maíz tardío. Memoria Técnica 2019-2020. Estación Experimental Agropecuaria General Villegas. 19-20.

- Rampo, M.; Barraco, M.R.; Lobos, M.; Miranda, W.; Girón, P.; Álvarez, C.; Frasier, I. 2020. Cultivos de cobertura: gramíneas de distinto ciclo de crecimiento y su efecto en el consumo de agua. Memoria Técnica 2019-2020. Estación Experimental Agropecuaria General Villegas. 16-18.

# IMPACTO DE LA SECUENCIA DE CULTIVOS SOBRE LA INFILTRACIÓN DE LOS SUELOS

Miriam Barraco;<sup>1</sup>Carlos Agustín Alesso<sup>2,3</sup>; Eugenia Oggero<sup>3</sup>; Silvia Imhoff<sup>2,3</sup>

barraco.miriam@inta.gov.ar

<sup>1</sup>EEA INTA General Villegas; <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Litoral; <sup>3</sup>ICiAgro Litoral CONICET

## Palabras clave:

captación de agua, agricultura continua, pasturas.

## INTRODUCCIÓN

El ingreso del agua en el suelo depende de propiedades tales como la textura, la estructura y la porosidad. Estas dos últimas pueden modificarse como consecuencia de la implementación de diferentes prácticas de manejo de los suelos, como la secuencia de cultivos. En el noroeste bonaerense durante los últimos 25 años se produjo un reemplazo de los sistemas mixtos de producción por sistemas de agricultura continua. Este cambio se dio bajo prácticas de siembra directa y en lotes con consociaciones de suelos de aptitud agrícola (Hapludoles Típicos, HT) y de aptitud ganadera agrícola (Hapludoles Thaptos, HTh).

Algunos antecedentes muestran deterioro de propiedades físicas como la infiltración en HT manejados en agricultura continua con baja frecuencia de gramíneas (Barraco et al., 2012), mientras que en HTh no existe información disponible. El objetivo de este trabajo fue evaluar la infiltración acumulada (InfAc) e infiltración básica (IB) en suelos HT y HTh con tres secuencias de cultivos diferentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

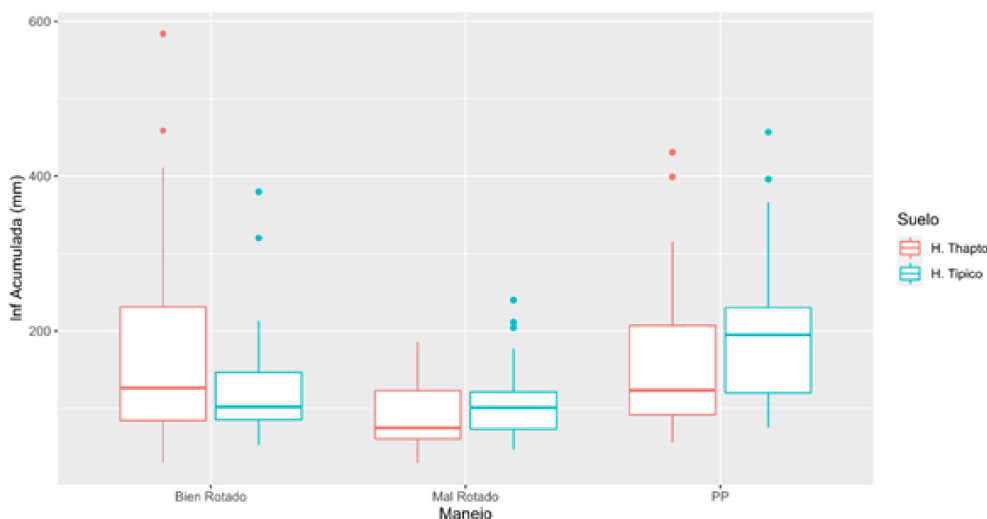
En tres localidades del noroeste bonaerense se seleccionaron tres lotes con sectores de HT y HTh sometidos a diferentes manejos: pastura perenne de más de 20 años (PP), secuencia agrícola por más de 20 años con partici-

del anillo simple durante 90 minutos. En cada combinación de manejo\*suelo se emplearon entre 10 y 12 anillos equidistantes a 5 m entre sí. La IB se estimó por la ecuación de Horton (Horton, 1939).

Se realizó un análisis descriptivo, regresión y ANOVA según un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar, considerando al manejo como la parcela principal, al tipo de suelo como la subparcela y la localidad como bloque. Según el criterio de AIC se seleccionó un modelo para varianzas heterogéneas. El software utilizado fue R (R Core Team, 2020).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La InfAc varió entre 290 y 584 mm con un valor promedio de 140 mm ( $\pm 94$  mm), y en promedio fue de 169, 142 y 94 mm, para PP, Bien Rotado y Mal Rotado, respectivamente (Figura 1). A pesar de que los lotes Mal Rotados presentaron un 44% menos de InfAc que la PP estas diferencias no resultaron significativas ( $P=0,30$ ). Tampoco se observaron diferencias entre suelos ( $P=0,71$ ) con valores medios de 140 y 130 mm para HT y HTh, respectivamente, ni interacción entre estas variables ( $P=0,57$ ). La IB varió entre 8 y 383 mm con un valor medio de 81 mm ( $\pm 66$  mm) y fue de 100, 82 y 47 mm h-1 para PP, Bien Rotado y Mal Rotado, respectivamente (Figura 2), sin detectarse diferencias significativas ( $p=0,31$ ) a pesar

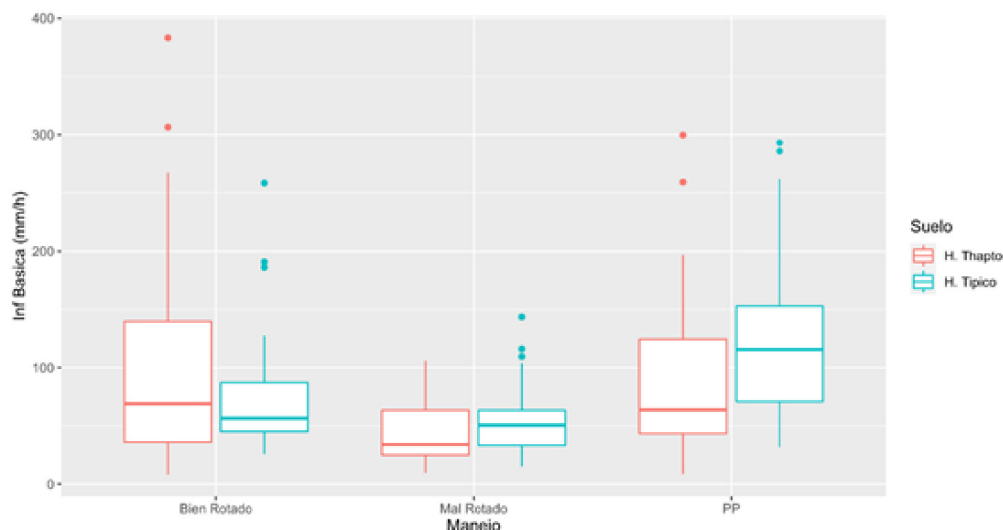


**Figura 1.** Infiltración (Inf) acumulada según secuencia de cultivos y tipo de suelo. PP= Pastura, H=Hapludol

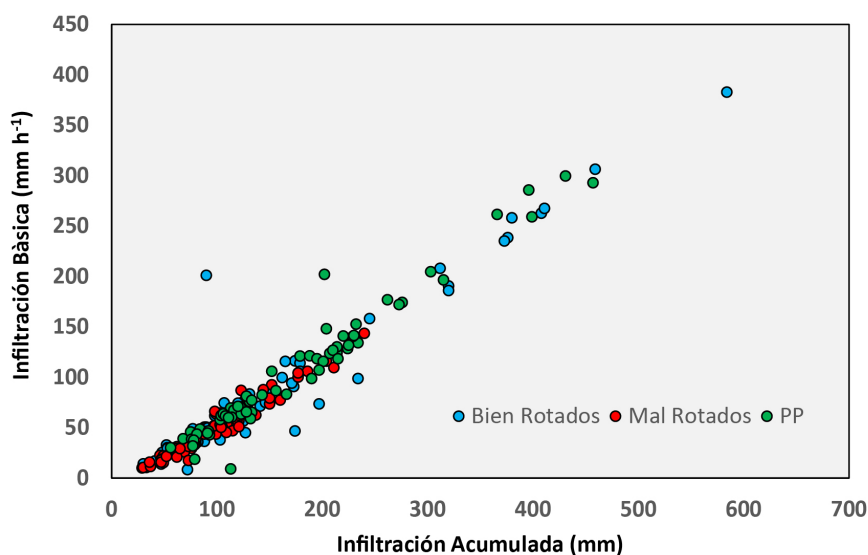
ción de gramíneas  $\geq 50\%$  (Bien rotado) y  $\leq 30\%$  (Mal rotado), respectivamente.

Se realizaron mediciones de infiltración con el método

de que el Manejo Mal Rotado presentó un 53% menos de IB que PP. Tampoco se observaron diferencias entre suelos ( $p=0,53$ ) con valores medios de 77 y 83 mm h-1



**Figura 2.** Infiltración básica (IB) según secuencia de cultivos y tipo de suelo. PP= Pastura, H=Hapludol



**Figura 3.** Relación entre infiltración acumulada e infiltración básica (n=234 anillos)

para HT y HTh, respectivamente, ni interacción entre estas variables ( $p=0,53$ ). La ausencia de diferencias estadísticas entre manejos se debió fundamentalmente a la alta variabilidad, sesgado por valores de infiltración muy elevados.

Por otro lado, se observó una relación lineal significativa entre ambas variables ( $IB=0,683*InfAc-15,35$ ,  $R^2=0,93$ ,  $p<0,01$ ) (Figura 3).

### CONCLUSIONES

Si bien la infiltración acumulada y básica fueron menores en sistemas de agricultura continua la alta variabilidad encontrada entre las mediciones de los anillos no permitió detectar diferencias estadísticamente significativas. Estos resultados son preliminares y forman parte de un estudio donde se evaluará el efecto del manejo sobre otras propiedades físicas como porosidad y curvas de retención hídrica.

### BIBLIOGRAFÍA

- Barraco, M.; Scianca, C.; Lardone, L.; Alvarez, C.; Diaz-Zorita, M. 2012. Cereales de Invierno como cultivos de cobertura en secuencias continuas de soja. En: Stenglein, S.A. (comp) (Et al.). Cereales de invierno: Investigación científico técnica desarrollada por el INBA (CONICET/FAUBA), EL BIOLAB AZUL(CIC-PBA/FIBA/FAUNCPBA), la Facultad de Agronomía UBA y la Facultad de Agronomía UNCPBA. Tandil. UNCPBA. Pp:231-238.
- Horton, R. 1939. Approach toward a Physical Interpretation of Infiltration Capacity. Proc. Soil Sci. Soc.Am. 23: 399-417.
- R Core Team, 2020. R: a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://R-project.org>.

# OPTIMIZANDO LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL NOROESTE BONAERENSE: PERSPECTIVAS EN AMBIENTACIÓN A NIVEL LOTE

Fernando Echeverría<sup>1\*</sup>; Alejandra Macchiavello<sup>1</sup>  
EEA INTA General Villegas<sup>1</sup>  
[echeverria.fernando@inta.gob.ar](mailto:echeverria.fernando@inta.gob.ar)

**Palabras clave:**  
Zonas de Manejo, conductividad eléctrica, monitores de rendimiento, manejo diferenciado.

## INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola en la región pampeana, orientada fundamentalmente a la producción de cultivos de soja y maíz, ha experimentado profundas transformaciones a partir de la década del noventa, no solo en cuanto a su expansión en superficie en detrimento de la superficie praderizada, sino también a través de un aumento de su productividad debido a un mayor uso de tecnologías (Satorre, 2003).

En general los lotes agrícolas presentan cierta heterogeneidad que resulta de diferencias en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, determinando así ambientes con diferente aptitud productiva (Justo, 2011). El noroeste bonaerense (región de la pampa arenosa, Argentina) se caracteriza por presentar limitaciones en cuanto a la disponibilidad de agua para los cultivos y por grandes diferencias en la capacidad de retención de agua (CRA) de los suelos. Estos factores se conjugan para generar suelos con un potencial productivo muy heterogéneo.

El manejo uniforme de los cultivos no solo produce disparidad de rendimientos y disminución de la rentabilidad, sino también podría desencadenar procesos de deterioro de los suelos sometidos a usos y manejos no adecuados (Prece, 2010). Por lo cual toma total relevancia buscar estrategias de manejo que tiendan a maximizar el uso de los recursos a nivel intra lote para poder alcanzar valores altos de productividad, manteniendo la sustentabilidad de los suelos.

Es por esto que la delimitación de zonas de manejo es utilizada para reconocer y discriminar áreas de productividad diferencial, y optimizar prácticas de manejo de los cultivos. La delimitación de ambientes con productividad diferencial puede realizarse en base a diferentes fuentes de información y numerosas alternativas metodológicas. Sin embargo, la mayoría de los productores carecen habitualmente de entrenamiento para utilizar estos procedimientos que requieren habilidades específicas para el manejo de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y estadística, es por ello que toma importancia generar un método fácil, accesible y entendible para que los productores puedan adoptar estos conocimientos de manera sencilla y práctica.

En cada campaña se generan volúmenes significativos de datos que se han vuelto indispensables para respaldar la toma de decisiones. Una capa de información valiosa corresponde a los mapas de rendimiento, ya que son un componente clave en la agricultura de precisión para el desarrollo y evaluaciones de estrategias de manejo por ambientes. Sin embargo, es fundamental destacar la importancia de minimizar los errores en la generación de mapas, con el fin de evitar las interpretaciones incorrectas de esos datos.

Los objetivos de este trabajo son a) mostrar un procedimiento sencillo mediante el empleo de un software libre que permite identificar diferentes datos, para generar zonas de manejo diferenciado y que sean de fácil adop-



Figura 1. Ubicación del área de estudio, en General Villegas, Provincia de Buenos Aires

ción para los productores de la zona; b) Investigar las herramientas disponibles para la generación precisa de mapas de rendimiento y la importancia de filtrar los datos para evitar interpretaciones incorrectas en agricultura de precisión.

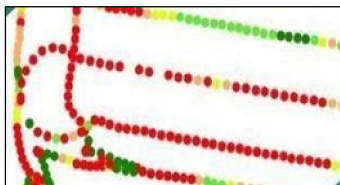
## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en un lote de 21,8 ha del Campo Experimental de la EEA INTA General Villegas 34°52'34.5"S, 62°47'32.8"W (Fig.1), sobre un suelo clasificado como Hapludol Típico (Alfieri et al., 1991).

El método empleado utiliza un conjunto de datos multiparamétricos que son obtenidos a través de variables medidas en el campo (rendimiento, conductividad eléctrica, altimetría). Esto obliga a fusionar la información de manera tal que se adecue a una estructura común mediante técnicas de interpolación, las cuales establecen los valores que no han sido obtenidos experimentalmente.

Importancia del análisis y limpieza de monitores de rendimiento previo a su procesamiento:

- Retraso en el flujo de grano: Corrige el tiempo de transporte entre el punto de cosecha y el punto donde el sensor de la máquina detecta el caudal.
- Velocidad máxima y mínima de avance: Si por algún motivo la cosechadora avanza por debajo o encima de las velocidades adecuadas, los datos registrados de rendimiento en esos tramos podrán registrar valores totalmente anómalos. Para ello se eliminan los datos obtenidos fuera de los parámetros de velocidad establecidos y/o aquellos que se generaron en tramos con cambios bruscos de velocidades.
- Franja mínima: En algún sector del lote en que la máquina coseche un ancho de franjas menor a su ancho de labor, puede producir datos erróneos, similar a lo que pasaría con variaciones de la velocidad de avance. Para evitar esto, se filtran los datos obtenidos en un ancho de franjas mínimo.
- Rendimientos máximos y mínimos: Se puede establecer un umbral máximo y mínimo de valores fuera de serie que interfieran en las estadísticas de rendimiento.



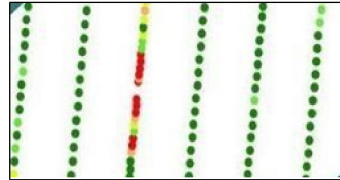
### Altura del cabezal

Cuando se avanza con el cabezal en posición hacia abajo, (aun cuando no se está cosechando) se generan puntos erróneos sin datos que luego en el mapa se visualizan como rendimiento cero.



### Ancho de labor

Error debido a diferencias entre el ancho real de labor respecto al indicado en el monitor que genera valores de rendimientos incorrectos.



### Distanciamiento del avance

Cuando el tiempo que transcurre desde que se corta el cultivo hasta que el sensor de flujo calcula el rendimiento es muy corto comparado con la distancia que se ha desplazado la cosechadora. (Cambio de Velocidad)

Al combinar la conductividad eléctrica del suelo con los datos de los monitores de rendimiento, se puede realizar un análisis espacial en el campo. Identificar áreas con diferentes características de suelo o condiciones de crecimiento, lo que permitirá adaptar prácticas de manejo de manera más precisa. Se podrá ajustar la siembra, la densidad de planta o la aplicación de productos fitosanitarios según las necesidades específicas de cada zona.

### Análisis de mapas de rendimiento de cultivo de Soja

Los mapas de cultivo fueron transformados a mapas relativizados, tomando como referencia el punto de rendimiento máximo del lote. De esta manera los monitores de rendimiento fueron extraídos, proyectados y procesados utilizando los paquetes SMS Advance v23 (Ag Leader Technol., Ames, IA), Quantum Gis 3.24 Tisler (QGIS v3.24.9 Tisler, 2021). Posteriormente, los mapas de rendimiento absoluto de cada campaña fueron transformados en mapas relativizados respecto al punto de rendimiento máximo del lote.

De esta manera se posibilitó la combinación de mapas de rendimientos del cultivo (cuyos valores absolutos de productividad no son comparables entre sí) para generar un mapa de productividad promedio o índice de productividad (IP). De acuerdo al sitio experimental se utilizaron 2 mapas de rendimiento de cultivo de soja para confeccionar las zonas de IP (Figura 3). En general se recomienda utilizar la mayor cantidad posible de monitores de campañas para obtener un IP mucho más certero.

### Medición y análisis de la conductividad eléctrica de los suelos



La electroconductividad aparente del suelo (ECa) se realizó en junio de 2023 con un sensor de conductividad eléctrica del suelo, rastra Veris 3100® (Veris Technologies, Salina, KS, USA) y un sistema de posicionamiento global (GPS) RTK de doble frecuencia Trimble 5700 en toda la superficie del lote. De esta manera se obtuvieron mapas interpolados (metodología krigging ordinario) a través del complemento SmartMap dentro del Software libre Quantum Gis 3.24 Tisler (QGIS v3.24.3 Tisler, 2021) de ECa30 (Fig. 4), ECa90 (Fig. 5) y elevación.

De esta manera se realizó en forma simultánea un relevamiento altimétrico de alta precisión. La medición de la ECa se realizó en los meses de invierno, momento en que el lote se encontraba en el periodo de barbecho y con una cantidad de agua útil en el suelo cercana a capacidad de campo.

### Análisis de altimetría del lote

Se consideraron los datos de altimetría captados por el (GPS) RTK de doble frecuencia Trimble 5700 en toda la superficie del lote para entender la topografía del terreno. Se identificaron las pendientes y las características del relieve, como áreas planas, onduladas y depresiones mediante el software Quantum Gis 3.24 generando un mapa para poder observar la variabilidad del mismo a nivel lote (Figura 2). Estos datos serán fundamentales para determinar el flujo de escorrentía de agua en el lote, así como para evaluar el riesgo de erosión o encharcamiento.

### Delimitación de zonas de manejo (ZM)

De acuerdo a la variabilidad del sitio, se delimitaron las ZM utilizando el método de la clasificación difusa fuzzy c-medias contenido en el complemento SmartMap que utiliza dos índices para evaluar el número óptimo de zonas a delimitar, el índice de coeficiente de partición (fuzziness performance index-FPI) y el índice de entropía de clasificación (normalized classification entropy- NCE) (Odeh et al., 1992). Ambos índices tienen un valor entre 0 y 1. El FPI mide el grado de similitud que tienen los datos entre zonas (0 indica homogeneidad de los datos y 1, heterogeneidad).

Por su parte, el NCE estima la cantidad de desorden que se genera por el número de zonas (0 indica mucho desorden y 1, poco desorden). El número óptimo de zonas se obtiene cuando estos índices son mínimos, lo cual indica que los datos son homogéneos entre clases (NCE) (Moral et al., 2010).

Cabe aclarar que el complemento SmartMap calcula por defecto la cantidad de zonas en la que se podría dividir, sin embargo, el usuario puede modificar aumentando o disminuyendo la cantidad de zonas de acuerdo a la realidad de cada situación.

Para este caso se usó la configuración que viene por defecto en el cual asignó un número óptimo de cuatro zonas o ambientes de manejo (Figura 6 y 7).

## RESULTADOS

El resultado obtenido fue un lote con cuatro variantes o ZM claramente definidas, cada una con características de suelo y condiciones productivas específicas. Estas zonas permiten implementar prácticas óptimas adaptadas al manejo diferencial de manera más precisa. Al obtener el número de clases y las diferentes zonas, se realiza un suavizado del mapa, para evitar zonas pixeladas e incorporar las zonas de menor superficies, a las de mayor extensión. Este procedimiento tiene por objetivo, que las áreas pequeñas no interfieran en el manejo para la maquinaria dentro del lote (Figura 8).

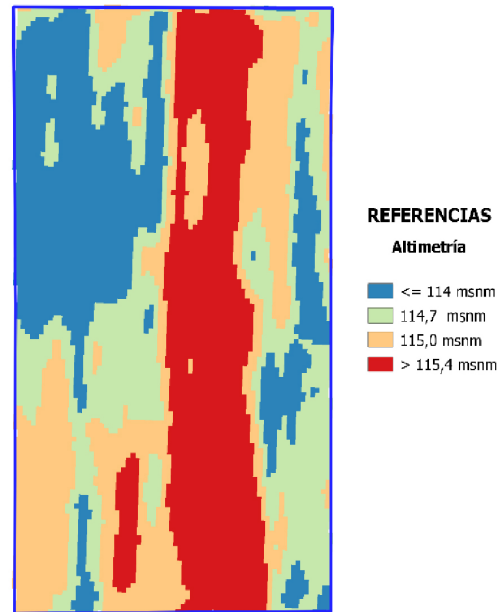


Figura 2. Zonas delimitadas por su altura en metros sobre el nivel del mar mediante software QGis.

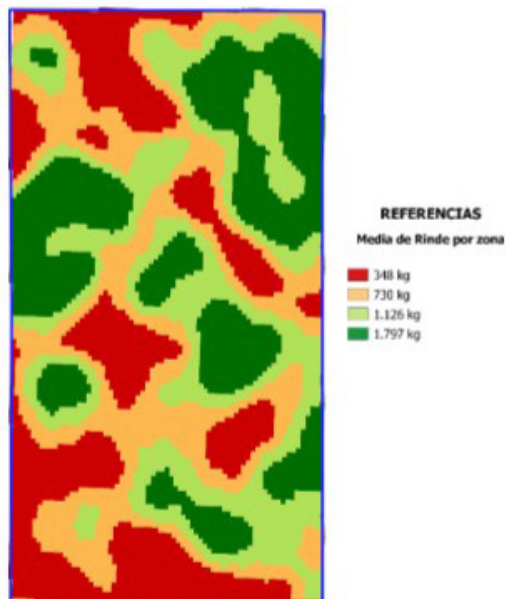
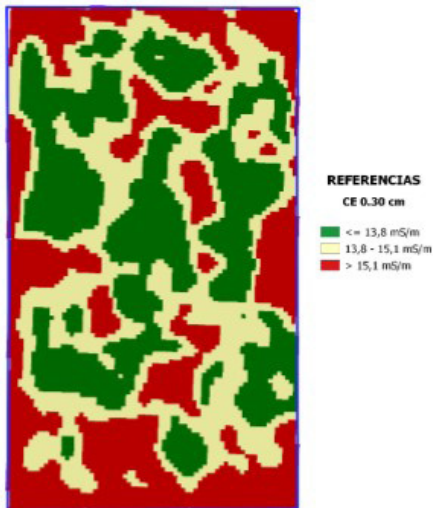
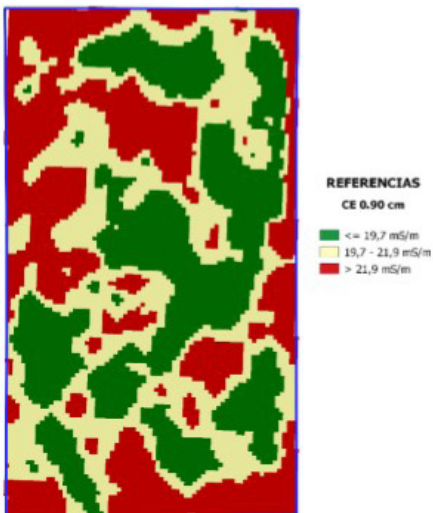


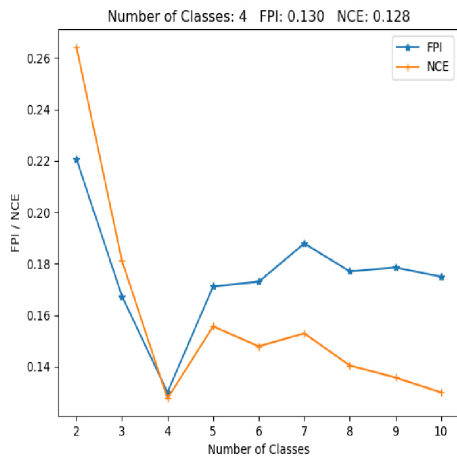
Figura 3. Zonas delimitadas por análisis de rinde con el Software QGis.



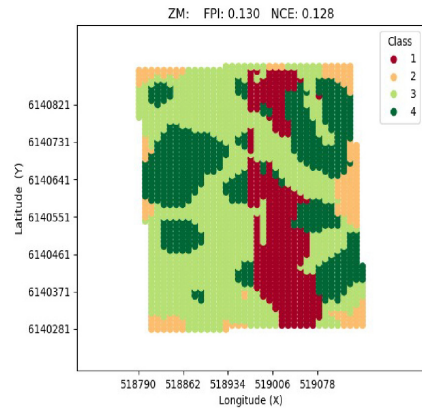
**Figura 4.** Zonas delimitadas por medición de conductividad eléctrica a 0.30 cm de profundidad mediante el Software QGIS.



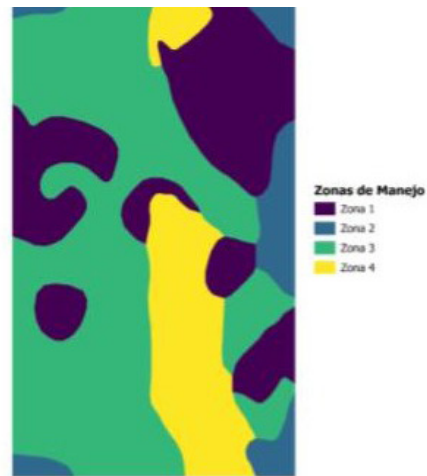
**Figura 5.** Zonas delimitadas por medición de conductividad eléctrica a 0.90 cm de profundidad mediante el Software QGIS.



**Figura 6.** Índice de rendimiento de borrosidad (FPI) y entropía de clasificación normalizada (NCE)



**Figura 7.** Zonas delimitadas por análisis de conglomerados mediante el Software QGIS.



**Figura 8.** Zonas delimitadas y suavizadas listas para cargar prescripciones mediante el Software QGIS.

## CONCLUSIÓN

En este estudio, presento un enfoque sencillo y accesible utilizando el software libre Quantum GIS para delimitar zonas de manejo diferenciado. Al optimizar las prácticas de manejo y adaptarlas a las particularidades de cada ambiente productivo, se logra una mejora en la productividad y rentabilidad de los cultivos. El análisis espacial detallado realizado en el campo, gracias a la combinación de datos disponibles, proporciona información valiosa para los productores. El uso del software libre Quantum GIS (QGIS) ha demostrado ser una solución eficiente y práctica para el manejo de diferentes tipos de datos y la delimitación de zonas de manejo. Esta herramienta proporciona una alternativa viable y económica para los productores que deseen adoptar la agricultura de precisión y mejorar la productividad de sus cultivos. Este estudio subraya la importancia del manejo por ambientes en la agricultura actual y destaca un procedimiento efectivo para delimitar zonas de manejo diferenciado, aprovechando diversas fuentes de información. La implementación de estas estrategias tiene el potencial de mejorar la productividad de los cultivos y mantener la sustentabilidad del suelo, resulta esencial para el desarrollo de la actividad agrícola en nuestra región.

# PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE MAÍZ SEGÚN GENOTIPO Y DENSIDAD DE SIEMBRA

**Aureliano García Calvo<sup>1</sup>, Mirian Barraco<sup>2</sup>, Walter Miranda<sup>2</sup>**, <sup>1</sup>Actividad privada - <sup>2</sup>EEA INTA General Villegas  
**barraco.miriam@inta.gob.ar**

## Palabras clave:

biomasa en maíz, dosis de nitrógeno, genotipo

## INTRODUCCIÓN

La densidad de siembra es una de las prácticas de manejo que permite definir la capacidad del cultivo de interceptar recursos como la radiación, el agua o los nutrientes (Kruk y Satorre, 2003). El maíz, a diferencia de otros cultivos, tiene menor plasticidad en cuanto a la densidad de siembra, por lo que se hipotetiza que cambios en esta variable de manejo podría afectar su desarrollo y producción de biomasa. Por otro lado, se desconoce si existe interacción según el genotipo considerado. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la densidad de siembra y genotipo sobre la producción de biomasa de maíz en el noroeste bonaerense.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en la campaña 2019-2020, en la EEA General Villegas sobre un suelo Hapludol Típico (Arena= 580 g kg<sup>-1</sup>, MO= 22,0 g kg<sup>-1</sup>, P Bray= 8,4 mg kg<sup>-1</sup>, pH= 5,9), con una capacidad de retención de agua en 200 cm de 270 mm y con la presencia de una capa de calcrete discontinua entre los 220-250 cm.

Se evaluó el efecto de 2 factores: densidad de siembra y genotipo.

i) Densidades: 50000, 80000, 110000 y 160000 semillas ha<sup>-1</sup>.

ii) Genotipos: ACA 473, DK 7220 y AX 7761.

Los cultivos se sembraron el día 9/10/2019, sobre antecesor centeno de cobertura/soja. Se aplicaron 28 kg P ha<sup>-1</sup> en forma de fosfato monoamónico (9-52-0), incorporado al costado de la línea de siembra y en estadios de V4 se aplicaron 240 kg N ha<sup>-1</sup> como urea (46-0-0) voleada manualmente.

Quince días posteriores a la floración, se realizó una estimación de biomasa mediante el uso de un modelo alométrico no destructivo (Borras y Otegui, 2001). Se seleccionaron y cortaron al azar 12 plantas de cada híbrido, 4 de tamaño medio, 4 de tamaño superior al promedio, y 4 de tamaño inferior al promedio. En las plantas cortadas se realizaron mediciones morfométricas necesarias para poder realizar el modelo. El diámetro de la base del tallo, al no ser perfectamente circular, se determinó realizando dos mediciones con un calibre en los primeros nudos de la planta (una medición en la parte de mayor grosor y otra en la de menor grosor) y se calculó el promedio. También se midió la altura de las plantas. Con los datos del diámetro de la base del tallo y la altura de la planta, mediante la siguiente fórmula se calculó el volumen de las plantas.

$$\text{Volumen} = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2 * h$$

Luego las plantas se secaron en estufa y se hizo una fór-

mula de correlación lineal entre el volumen de la planta (cm<sup>3</sup>) y el peso (g) de la misma.

$$\text{Peso} = a * \text{Volumen} + b$$

El mismo procedimiento se realizó con las espigas. Se tomaron 12 espigas de cada híbrido (4 chicas, 4 medianas, y 4 de tamaño grande) y se midió el calibre de las mismas en la parte de mayor grosor. Posteriormente se pesaron, y con los datos del peso y volumen de cada espiga se realizó una fórmula de correlación para cada híbrido.

En cada parcela se seleccionaron 10 plantas consecutivas en los surcos centrales y se realizaron las mediciones de diámetro de tallo, altura y diámetro de espigas y se calculó el volumen de las mismas. Mediante análisis de correlación se pudo calcular el peso de las plantas marcadas en base a lo obtenido en las 12 plantas cortadas. De esta manera se obtuvo el peso promedio individual de cada planta y los datos se expresaron en biomasa ha<sup>-1</sup>, considerando la densidad de plantas de cada tratamiento.

$$\frac{\text{Kg MS}}{\text{ha}} = \text{peso individual promedio} * \text{densidad}$$

También se realizó una caracterización climática de la localidad de General Villegas, con datos históricos y correspondientes a la campaña en estudio.

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con 4 bloques completos al azar. La parcela principal fue la densidad y la subparcela el genotipo.

Los datos se analizaron mediante ANOVA y test de diferencias medias de tukey ( $p < 0,05$ ) con el programa estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2019).

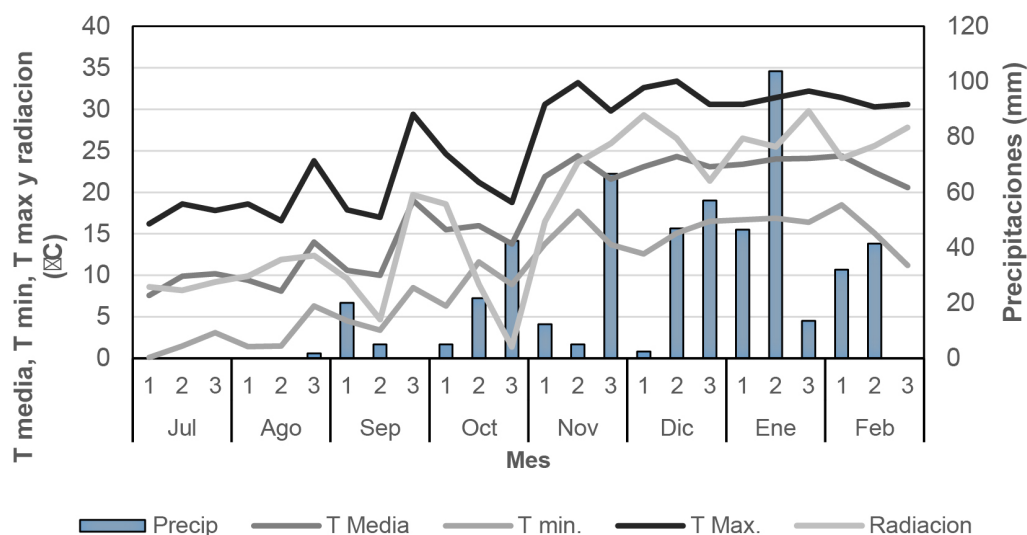
## RESULTADOS

### Caracterización climática

En la Figura 1 se presentan las condiciones climáticas durante la campaña 2019-2020. Se puede observar que las precipitaciones fueron muy escasas en el periodo de barbecho previo a la siembra del cultivo. Sin embargo, a partir de octubre comenzó a aumentar la oferta hídrica y de esta manera se pudo lograr un adecuado desarrollo de los cultivos.

### Producción de biomasa planta<sup>-1</sup>

En condiciones no limitantes de N, la biomasa por planta varió entre 113 y 296 gramos, con un valor promedio de 185 (Tabla 1). Al realizar el análisis estadístico se observó interacción entre el híbrido y la densidad ( $p < 0,05$ ).



**Figura 1.** Temperatura media (T Media), mínima (T min), máxima (T max), radiación global (Radiación) y precipitaciones (Precip) durante la campaña 2019-2020.

**Tabla 1.** Biomasa planta-1 según genotipo y densidad de siembra en maíz. Letras diferentes indican diferencias ( $p < 0,05$ ) entre densidades para cada híbrido.

Híbrido	Densidad (pl ha <sup>-1</sup> )	Biomasa planta <sup>-1</sup> (g)
ACA 473	50000	296 A
	80000	214 B
	110000	166 C
	160000	115 D
DK 7220	50000	293 A
	80000	229 B
	110000	154 C
	160000	119 C
AX 7761	50000	223 A
	80000	183 A
	110000	120 B
	160000	113 B

El híbrido que desarrolló una menor biomasa planta<sup>-1</sup> fue el AX 7761, especialmente en las densidades del rango entre 50000 y 110000 pl ha<sup>-1</sup>. Esto se debe a la característica fenotípica de este material que es de menor porte que otros de similar madurez fisiológica. No obstante, en

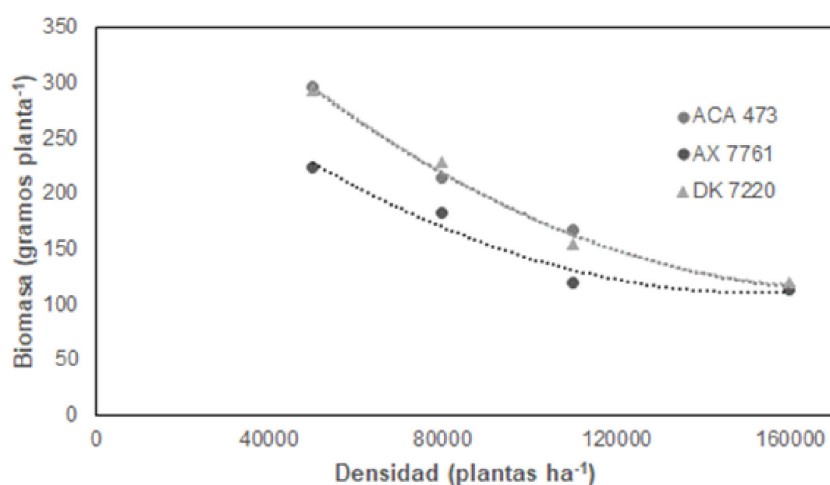
la densidad más alta (160000 pl ha<sup>-1</sup>), la producción de biomasa fue similar a los otros genotipos.

Los híbridos ACA 473 y DK 7220 presentaron valores de biomasa muy similares entre sí a igual densidad de siembra (Tabla 1 y Figura 2).

A nivel general, se puede observar el gran impacto que tiene la elección de la densidad de siembra sobre la producción de biomasa planta<sup>-1</sup>. Al optar por densidades más bajas, cada planta tendrá mayor cantidad de recursos a su disposición, y su producción de biomasa tenderá a ser mayor observándose una relación polinómica entre ambas variables (Figura 2).

### Producción de biomasa ha-1

La producción de biomasa ha-1 varió entre 12281 y 18988 kg ha-1, con un promedio de 16493 kg ha-1 (Tabla 2). Al realizar el análisis estadístico, se observó una tendencia del efecto de la interacción híbrido/densidad



**Figura 2.** Biomasa planta-1 según densidad de siembra en 3 genotipos de maíz.

( $p=0,13$ ), con un efecto significativo de la variable densidad ( $p<0,05$ ) y una tendencia del efecto del híbrido ( $p=0,07$ ). En el híbrido ACA 473 no se observaron diferencias estadísticamente significativas al modificar la densidad.

**Tabla 2.** Biomasa ha-1 según genotipo y densidad de siembra de maíz. Letras diferentes indican diferencias ( $p<0,05$ ) entre densidades para cada híbrido.

Híbrido	Densidad (pl ha <sup>-1</sup> )	Biomasa planta <sup>-1</sup> (g)
ACA 473	50000	15594 A
	80000	16660 A
	110000	18988 A
	160000	17533 A
DK 7220	50000	14382 A
	80000	18110 B
	110000	16417 AB
	160000	18158 B
AX 7761	50000	12281 A
	80000	14643 AB
	110000	16535 AB
	160000	18626 B

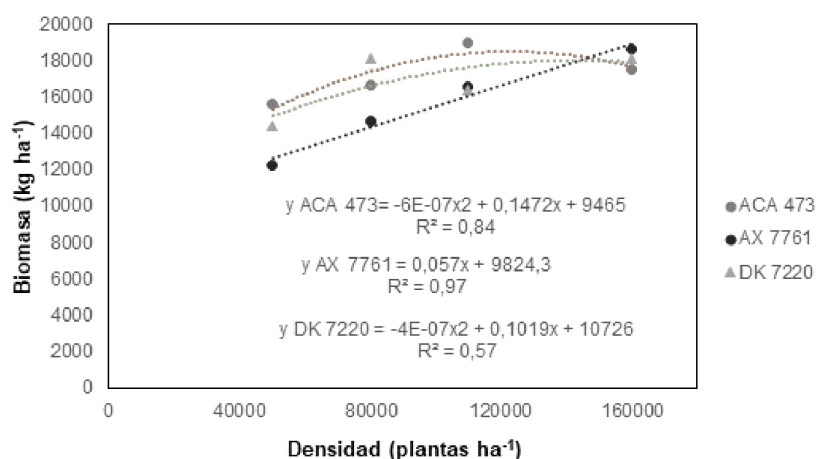
49:1816-1822.

• Di Rienzo J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. InfoStat versión 2019. Córdoba: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina URL

• <http://www.infostat.com.ar>

• Kruk, B.; Satorre, E.H. 2003. Densidad y arreglo especial del cultivo. En: Satorre, E.H. et al. (Eds). Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Universidad Nacional de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, 2003, Capítulo 13: pág. 276 – 316.

\*Estos resultados corresponden a la Tesis de Grado de Aureliano García Calvo, estudiante de la Universidad Católica Argentina titulada "Efecto del manejo de densidad, genotipo y nitrógeno sobre la productividad de maíz de primera en el noroeste bonaerense"



**Figura 3.** Producción de biomasa ha-1 según la densidad de siembra para 3 genotipos de maíz.

En la Figura 3 se observa que, con las densidades más bajas, el híbrido AX7761 acumuló menor biomasa que los otros híbridos. Sin embargo, con la densidad más alta, la biomasa lograda por hectárea fue similar a los otros genotipos. El incremento de biomasa ha-1 de este híbrido fue lineal en relación al aumento de la densidad de siembra ( $r^2=0,97$ ). Los híbridos ACA 473 y DK 7220 presentaron un incremento de su biomasa según un ajuste polinómico, estimándose la mayor biomasa disponible con una densidad de 122666 y 127375 plantas ha-1, respectivamente (Figura 3).

## CONCLUSIONES

Ante condiciones no limitantes de N la biomasa lograda difirió entre genotipos y densidades de siembra. En cuanto al genotipo, el AX 7761 presentó en promedio menores valores, mientras que el comportamiento de ACA 473 y DK 7220 ante cambios en la densidad fue similar.

## BIBLIOGRAFÍA

• Borrás, L.; Otegui, M.E. 2001. Maize kernel weight response to postflowering source-sink ratio. Crop. Sci.

# RENDIMIENTOS DE MAÍZ Y SOJA EN DIFERENTES ROTACIONES CON CULTIVO DE COBERTURA EN SUELOS CONTRASTANTES

Sebastián Rodríguez<sup>1\*</sup>, Mirian Barraco<sup>1</sup>, Walter Miranda<sup>1</sup>-  
1EEA. INTA General Villegas  
[rodriguez.sebastian2@inta.gob.ar](mailto:rodriguez.sebastian2@inta.gob.ar)

## Palabras clave:

maíz, soja, cultivo de cobertura, Hapludol thapto árgico, Hapludol típico.

## INTRODUCCIÓN

Una de las prácticas de manejo más utilizada por los productores agropecuarios es la elección de la fecha de siembra de los cultivos para situarlos en el momento más favorable para su desarrollo, de manera que pueda generar el mayor rendimiento posible. Sin embargo, esta práctica se encuentra condicionada por varios factores como la cosecha del cultivo antecesor, el material genético utilizado y las condiciones edafoclimáticas, entre otros. Las fechas de siembra tempranas en el cultivo de maíz por lo general representan mejores condiciones de oferta de agua, nutrientes y radiación durante el período crítico, respecto de las fechas tardías (Maddoni, 2012). No obstante, en la pampa arenosa en la última década se incrementó significativamente la superficie implantada con maíz tardío debido a su mayor estabilidad y productividad en ambientes de menor aptitud (Barraco et al., 2021).

Asimismo, una de las prácticas que ha ganado importancia en el último tiempo es la implantación de cultivos de cobertura (CC) que mantienen el suelo cubierto durante el período de barbecho y surgen como una alternativa útil para evitar la erosión del suelo, la lixiviación de nutrientes y el enmalezamiento de los lotes de producción, entre otros beneficios (Álvarez et al., 2013; Blanco, 2023).

Existen muchos trabajos que muestran los beneficios de la inclusión de los CC en los sistemas de producción, sin embargo, falta generar información sobre el impacto de esta herramienta en diferentes ambientes y rotaciones. En la EEA General Villegas se establecieron ensayos de larga duración en dos suelos con el propósito de evaluar el impacto de diferentes rotaciones en el corto y largo plazo. En este estudio se presentan los resultados de productividad de soja y maíz en las últimas dos campañas agrícolas. Los objetivos de este trabajo fueron: i) Evaluar el efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento de maíz en dos tipos de suelos diferentes, ii) Evaluar el efecto de diferentes antecesores sobre el rendimiento de maíz y soja en dos tipos de suelos diferentes, y iii) Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en maíz en cada rotación y fecha de siembra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos fueron realizados durante las campañas 2021-2022 y 2022-2023 sobre dos tipos de suelos contrastantes (Hapludol típico y Hapludol thapto árgico).

Se implementaron 4 rotaciones diferentes:

i) Soja-maíz temprano,

ii) Soja-maíz tardío,

iii) Soja-CC(centeno)-maíz tardío,

iv) Soja-CC(vicia villosa+triticale)-maíz tardío.

En cada suelo, el experimento presentó un diseño en parcelas divididas con 3 bloques. Sobre las parcelas principales se aleatorizaron las 4 rotaciones y estas fueron divididas en 2 subparcelas con diferentes tratamientos de fertilización en maíz (-N: fertilizada con 100 Kg ha<sup>-1</sup> de urea y +N: fertilizada con 300 Kg ha<sup>-1</sup> de urea) aplicados al voleo en estadio V4 de los cultivos. Los CC se sembraron en la primera semana de mayo para ambas campañas con una sembradora a chorrillo a una distancia entre surcos de 0,175 m. Se fertilizaron con 60 kg ha<sup>-1</sup> de MAP y al centeno se le adicionaron 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea (46-0-0) al voleo 10 días después de la siembra. Las densidades de siembra fueron: 300 sem. ha<sup>-1</sup> (Centeno) y 50 sem. ha<sup>-1</sup> de vicia villosa + 30 sem. ha<sup>-1</sup> de triticale. La finalización del ciclo de los CC se realizó con pasada de rolo y posterior aplicación de herbicidas (glifosato en centeno y una mezcla de glifosato con Fluroxipir en vicia + triticale). El momento de interrupción se definió cuando las gramíneas se encontraban con 50% de panojas visibles.

Los cultivos de maíz correspondían al híbrido ACA 476 y fueron sembrados con un distanciamiento entre hileras de 0,52 m, a una densidad de 7,2 semillas m<sup>-2</sup> en la fecha de siembra temprana y 6,5 semillas m<sup>-2</sup> en los de siembra tardía.

Los cultivos de soja correspondían a la variedad DM 46i20 y fueron sembrados durante la segunda quincena de octubre con una sembradora a chorrillo, con un distanciamiento entre hileras de 0,35 m y una densidad de 38 semillas m<sup>-2</sup>.

Tanto los cultivos de maíz como los de soja fueron cosechados con una cosechadora experimental (2 surcos x 5 m en maíz y 5 surcos x 5 m en soja). En cada parcela se cosecharon 3 sub-muestras. Las unidades experimentales de maíz temprano y soja fueron cosechadas durante el mes de abril y principios de mayo y las de maíz tardío entre fines de junio y principios de julio. Se determinó el rendimiento mediante el pesado de muestras y su posterior corrección por humedad comercial (14% en maíz y 10% en soja) y se calculó el peso de 1000 granos.

Se recolectaron datos meteorológicos de la estación del INTA ubicada aproximadamente a 2000 m de los ensa-

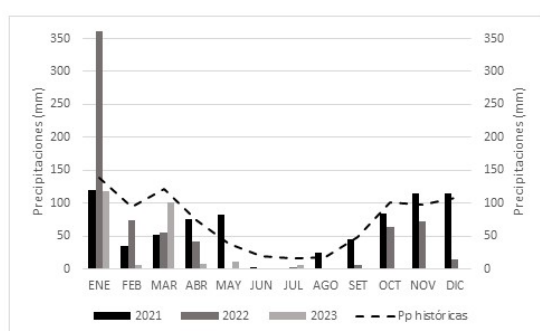
tos y se determinó la humedad del suelo mediante la extracción de 3 muestras por tratamiento hasta 200 cm de profundidad (mediciones cada 20 cm) al momento de secado de los CC por el método gravimétrico para determinar el agua útil disponible en el perfil. Además, se determinó la cantidad de nitratos disponibles en el suelo (Kg ha<sup>-1</sup>) en los primeros 60 cm del perfil para ambos tipos de suelos. Todos los datos generados fueron analizados con el software estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2011) y las comparaciones fueron evaluadas mediante test de LSD Fisher ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la campaña 21-22 las precipitaciones fueron marcadamente superiores a las registradas en la campaña siguiente (Figura 1).

Por un lado, el cultivo de maíz temprano tuvo una duración de 191 y 178 días, acumulando 778 y 292 mm de lluvia en el perfil en las campañas 21-22 y 22-23, respectivamente, mientras que el maíz tardío se prolongó durante 244 y 225 días, acumulando 559 y 250 mm. Teniendo en cuenta que, según Andrade et al. (1996) los requerimientos hídricos del cultivo de maíz varían de 530 a 575 mm para ambientes de Balcarce y Pergamino, este dato nos permite presumir que los rendimientos en la campaña 22-23 estuvieron fuertemente limitados por deficiencia hídrica debido a las escasas precipitaciones registradas.

Por otro lado, la duración del cultivo de soja fue de 149 y 168 días acumulando 778 y 209 mm, respectivamente para las dos campañas estudiadas.



**Figura 1:** Precipitaciones medias mensuales históricas (1973-2022) (línea cortada) y precipitaciones mensuales acumuladas durante el año 2021 (columnas negras), 2022 (columnas gris oscuro) y 2023 (columnas gris claro).

Teniendo en cuenta los diferentes suelos, solo se observaron mayores rendimientos ( $p < 0,05$ ) en el suelo H. típico para maíz temprano en la campaña 21-22 y soja en la campaña 22-23 (Tabla 1).

Estos resultados coinciden con los reportados por Ermacora (2019), donde demostró que los maíces tempranos alcanzan mayores rendimientos en los suelos con mayor aptitud agrícola.

**Tabla 1.** Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) de los cultivos de soja, maíz temprano y maíz tardío en diferentes tipos de suelos, durante las campañas 2021-2022 y 2022-2023. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). (H: Hapludol)

Suelo	Rendimiento Soja (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Campaña 21-22	Campaña 22-23
H. thapto árgico	4502 a	3510 b
H. típico	4443 a	5240 a
Rendimiento Maíz temprano (kg ha <sup>-1</sup> )		
H. thapto árgico	9658 b	7553 a
H. típico	11444 a	8774 a
Rendimiento Maíz tardío (kg ha <sup>-1</sup> )		
H. thapto árgico	7046 a	8915 a
H. típico	8275 a	8619 a

Como muestra la Figura 2, en la campaña 21-22 las rotaciones que no presentaban CC (Soja-Maíz2° y Soja-Maíz1°) arrojaron mayores rendimientos de soja ( $p < 0,05$ ), independientemente del suelo. Sin embargo, en la campaña 22-23 los mayores rendimientos de soja se observaron en rotaciones con CC y la que incluyó maíz de primera como antecesor en el peor ambiente y maíz de segunda en el mejor ambiente. Concordando con estos resultados, Scianca et al., (2010) no encontraron diferencias significativas en el rendimiento del cultivo de soja para tratamientos con CC.

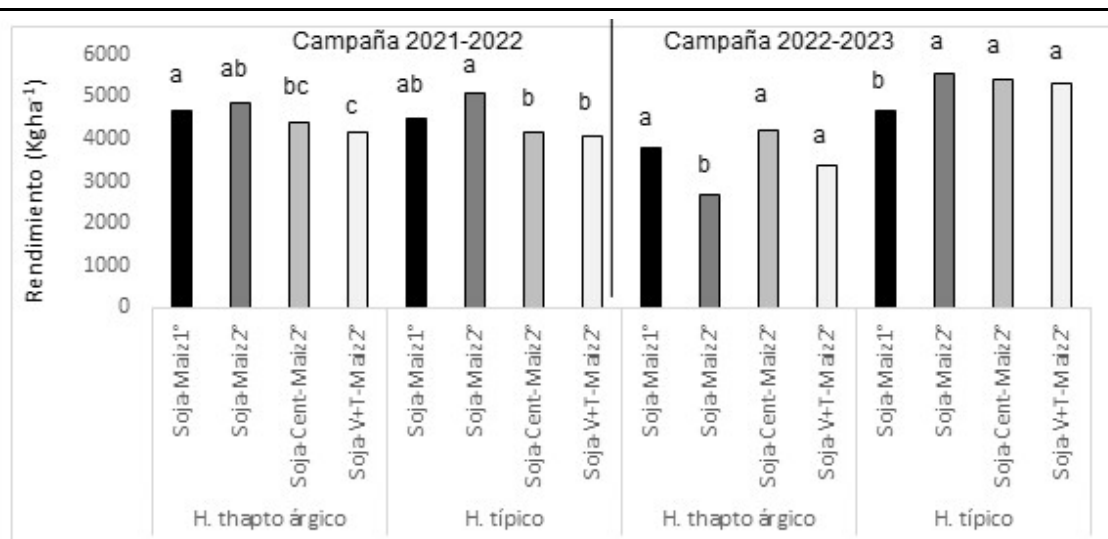
Estos resultados podrían estar afectados por las condiciones hídricas de cada campaña, ya que según los trabajos llevados a cabo por Hoyt et al., (2004), en años con bajas precipitaciones se observan mayores rendimientos de cultivos incluidos en planteos de siembra directa con CC aprovechando los beneficios de diversificar el sistema, siempre y cuando se logren recargar los perfiles durante el barbecho post secado.

En este trabajo la fertilización con N en los cultivos de maíces no produjo variaciones en el rendimiento del cultivo de soja posterior, en ambas campañas y suelos.

La rotación que generó mayores rendimientos de maíz fue Soja-Maíz temprano durante la campaña 21-22, acentuándose la diferencia de rendimiento en el suelo H. típico (Figura 3). Durante la campaña 22-23 no se observaron diferencias significativas en el rendimiento de maíz.

Confirmando los resultados de Ermacora (2019) y Rotliet et al., (2019), los maíces tempranos en los suelos de mayor aptitud y sin limitaciones hídricas pueden alcanzar mayores rendimientos, pero esas diferencias desaparecerían cuando existen limitantes hídricas, como lo ocurrido durante la campaña 22-23 (Figura 3). Además, el retraso en la fecha de siembra reduce la respuesta a la variabilidad ambiental.

El suelo con mayor aptitud (H. típico), podría generar condiciones como la retención y entrega de agua



**Figura 2:** Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) del cultivo de soja en diferentes rotaciones (i) Soja-Maiz2°; (ii) Soja-Maiz1°; (iii) Soja Centeno-Maiz2° y (iv) Soja-Vicia+Triticale-Maiz2°, diferentes tipos de suelo y campañas 2021-2022 y 2022-2023. Datos promedios de 2 dosis de nitrógeno. H: Hapludol.

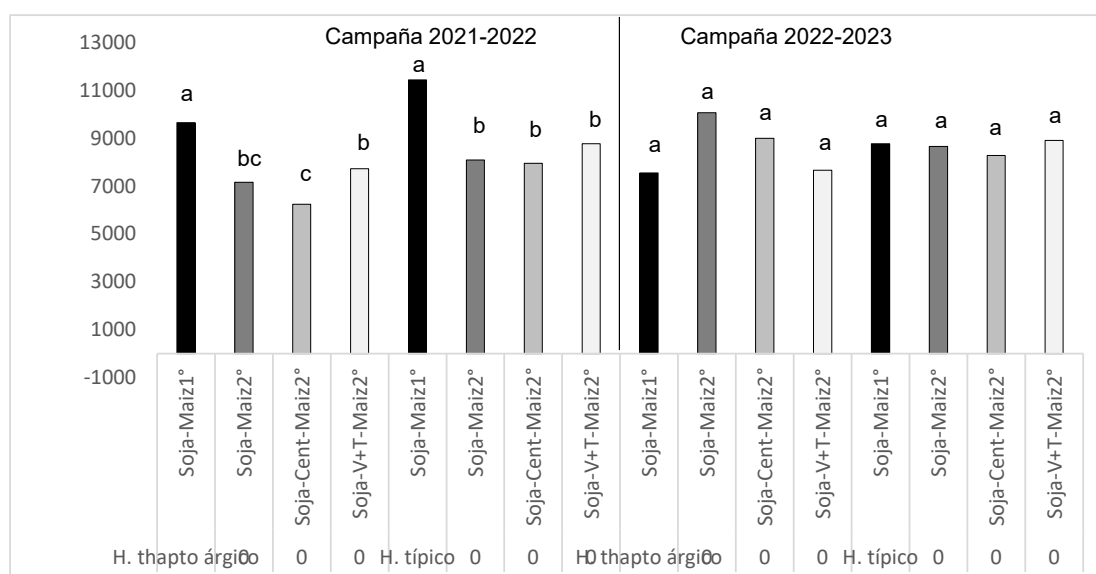
al cultivo de forma uniforme en el perfil del suelo, que disminuyan los efectos adversos de la sequía sobre el rendimiento de soja. Además, los suelos de baja aptitud con barbecho largo y sin cobertura podrían penalizar el rendimiento de este cultivo.

En el cultivo de maíz, sólo se observó un diferencial de rendimiento en las dos dosis de N evaluadas en el suelo H. thapto árgico; sin embargo, no hubo diferencias significativas entre las diferentes rotaciones. Según los resultados de Prece et al., (2010), en un suelo Hapludol típico y con suficientes precipitaciones durante el ciclo del cultivo, los maíces fertilizados con mayores niveles de

N (180 Ns) pueden alcanzar mayores rendimientos. Las bajas precipitaciones durante el transcurso del cultivo de maíz podrían explicar la escasa diferencia entre dosis de fertilizante nitrogenado en ambas campañas.

Otro de los factores que podría estar influyendo en la respuesta a la fertilización es la cantidad de nitratos disponibles para el cultivo de maíz. Para este ensayo, los nitratos detectados el 27/12/22 fueron 176 kg ha<sup>-1</sup> en el suelo H. típico y 149 kg ha<sup>-1</sup> en el suelo H. thapto árgico. Algunos estudios muestran que los contenidos de agua útil en suelos hapludoles típicos al momento de la siembra de cultivos estivales se ven afectados por la presencia de CC (Fernández et al., 2007; Scianca et al., 2010).

**Figura 3:** Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) del cultivo de maíz en diferentes rotaciones (i) Soja-Maiz1°; (ii) Soja-Maiz2°; (iii) Soja Centeno-Maiz2° y (iv) Soja-Vicia+Triticale-Maiz2°, diferentes tipos de suelo y campañas 2021-2022 y 2022-2023. Datos promedios de 2 dosis de nitrógeno.





**Tabla 2:** Agua útil (mm) acumulada en los primeros 200 cm del perfil de suelos en diferentes tratamientos y suelos. H: Hapludol.

Tratamiento	Campaña 21 - 22		Campaña 22 - 23	
	Vicia + Triticale	Vicia + Triticale	Soja - Maíz 1°	Soja - Maíz 2°
H. thapto árgico	182,9	206,7	174,9	201,2
H. típico	157,7	101,9	145,0	112,4

En este trabajo se observa ese patrón sólo en los primeros 120 cm de profundidad del suelo, resultado que concuerda con lo encontrado por Varillas et al., 2014, donde observaron que los CC consumen agua en el perfil del suelo hasta los 120 cm de profundidad.

### CONCLUSIONES

Según estos resultados, en años con menores deficiencias hídricas, los maíces tempranos pueden generar mayores rendimientos independientemente del tipo de suelo, mientras que en años con mayores deficiencias, los maíces tardíos podrían realizar un uso más eficiente del agua del perfil de suelo alcanzando rendimientos similares o superiores a los rendimientos de los maíces tempranos.

Si bien, la inclusión de CC como antecesor de maíz provoca una disminución en el contenido de agua útil del suelo a la siembra, esta técnica podría ser una herramienta útil para mejorar las condiciones físico-químicas del suelo sin modificar el rendimiento si las precipitaciones posteriores pueden recargar los perfiles.

En base a estos resultados, es necesario tener en cuenta las diferentes variables que intervienen en estos sistemas para diseñar el planteo productivo que mejor se adapta a las condiciones propias de cada productor.

En futuras investigaciones se podría evaluar el efecto del CC sobre la dinámica de malezas a través de relevamientos de frecuencia y abundancia de especies para estudiar otro de los beneficios que genera esta práctica agronómica.

### BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, C. O.; Quiroga, A. R.; Noellemeyer, E. J. & Fernández, R. 2013. Contribuciones de los cultivos de coberturas a la sostenibilidad de los sistemas de producción. Ediciones INTA. E.E.A. INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas".
- Andrade, F.H.; Cirilo, A.; Uhart, S. & Otegui, M.E. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Dekalbpres, Buenos Aires, Argentina.
- Barraco, M. R.; Alvarez, C.; Giron, P.; Rampo, M. J.; Miranda, W. & Lobos, H. M. 2021. Manejo de los cultivos de cobertura en secuencia con maíz tardío. Memoria técnica 2020-2021. E.E.A. General Villegas. Ediciones INTA.
- Blanco, H. 2023. Cover Crops and Soil Ecosystem Services. John Wiley & Sons.

Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzakez, L.; Tablada, M. & Robledo, C. W. 2011. Infostat versión 2011. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

• Ermacora M. 2019. Ensayos comparativos de Híbridos y Fecha de siembra. Convencional vs. Tardío. CREA Norte buenos Aires.

• Fernández, R.; Quiroga, A.; Arena, F.; Antonini, C.; Saks, M. 2007. Contribución de los cultivos de cobertura y las napas freáticas a la conservación del agua, uso consuntivo y nutrición de los cultivos. Quiroga A., A. Bono (Editores). Manual de Fertilidad y Evaluación de Suelos. EEA INTA Anguil, pub. Téc. 51:59.

• Hoyt, G.; Waggoner, M.; Crozier, C. y Ranells, N. 2004. Soil facts: Winter annual cover crops. North Carolina Cooperative Extension Service, North Carolina, pp 9.

Maddonni, G.A. 2012. Analysis of the climatic constraints to maize production in the current agricultural region of Argentina—a probabilistic approach. Theoretical and Applied Climatology, 107, 325-345.

• Prece, N; Barraco, M.; Álvarez, C. y Scianca, C. 2010. Estrategias de manejo de maíz en un hapludol típico. Memoria técnica 2009-2010. E.E.A. General Villegas. Ediciones INTA, pp 36-38.

• Rotili, D.H.; Giorno, A; Tognetti, P.M. y Maddonni G.A. 2019. Expansion of maize production in a semi-arid region of Argentina: climatic and edaphic constraints and their implications on crop management. Agricultural Water Management, 226, 105761.

• Scianca, C.; Barraco, M.; Álvarez, C. y Quiroga, A. 2010. Cultivos de cobertura en Hapludol thapto árgico: análisis de cinco campañas. Memoria técnica 2009-2010. E.E.A. General Villegas. Ediciones INTA, pp 14-16.

• Varillas, G.; Pedraz, F.; Barraco, M.R. y Kruk, B.C. 2014. Cultivos de cobertura en ambientes limitantes del oeste de Buenos Aires. Memoria técnica 2013-2014. E.E.A. General Villegas. Ediciones INTA. Pp 11-15.

# RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL APILADO PROVENIENTE DE FEEDLOT SOBRE ROTACIÓN TRIGO-SOJA-MAÍZ-SOJA

Marianela Diez<sup>1\*</sup>; Mirian Barraco<sup>1</sup>; Fernando Echeverría<sup>1</sup> José Lista<sup>2</sup> - <sup>1</sup>EEA INTA General Villegas- Grupo Agricultura y Gestión Ambiental; <sup>2</sup> Asesor El Clarinete - Pablo Pedro Courreges

diez.marianela@inta.gov.ar

## Palabras clave:

rendimiento, estiércol, nutrientes, cultivos, feedlot.

## INTRODUCCIÓN

El uso de estiércol como fertilizante orgánico o abono es una forma de gestionar los residuos que se generan en los feedlot. Además del aporte nutricional del estiércol a los cultivos, esta práctica en el mediano o largo plazo contribuye a mantener o incrementar la fertilidad de los suelos y a mejorar suelos con alguna limitante edáfica. El manejo tradicional consiste en aplicar una dosis de estiércol en un momento previo o durante la siembra del cultivo para luego evaluar variables como el rendimiento (biomasa/número de granos) y el efecto del estiércol sobre algunas propiedades del suelo. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar el efecto de una aplicación de estiércol de manera anticipada, sobre i) la producción de grano de distintos cultivos en rotación y ii) sobre algunas propiedades de suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un feedlot localizado en el Partido de General Villegas. Sobre un suelo hapludol típico se evaluaron dos tratamientos: 14 t ha<sup>-1</sup> de estiércol apilado proveniente del barrido de corrales (E) y testigo sin estiércol (T). Se realizó una única aplicación en el año 2020 previo a la siembra del trigo y se evaluó la respuesta de los cultivos de la rotación trigo/soja (campaña 2020-21) / maíz (campaña 2021-22) / soja campaña (2022-23). El material se aplicó con un carro esparcidor de sólidos que dispone la empresa en franjas de 13 m de ancho por 300 m de largo con tres repeticiones. Se fertilizó el lote completo con 220 kg de urea en trigo. Durante el estadio V4 del cultivo de maíz de la campaña 2021-22 se tomaron muestras compuestas de suelo (7 submuestras por parcela) de las capas de 0-20, 20-40 y 40-60 cm de profundidad para determinar los contenidos de N como nitratos (N-N03), el nitrógeno anaeróbico (NAN) y en post floración se midió el índice de verdor a través de la medición de SPAD. Se registraron las precipitaciones durante el ciclo del cultivo en ambas campañas a través de una estación meteorológica cercana al ensayo.

te) y su aporte en kg ha<sup>-1</sup> y algunas variables químicas; se cosecharon los cultivos con monitor de rendimiento analizando cada mapa con el software Quantum GIS 324 Tisler (QGIS v3.24.9 Tisler, 2021) y se evaluaron propiedades químicas de suelo estratificadas en 0-10 y 10-20 cm de profundidad posterior a la cosecha de los cultivos en la campaña 2020-21 y 2021-22.

Los resultados fueron analizados mediante ANOVA con el software INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2015) y las medias de los tratamientos se compararon con la prueba LSD Fisher (P < 0,05).

## RESULTADOS

Las precipitaciones totales registradas en cada ciclo del cultivo desde la siembra a la cosecha difirieron entre campañas y tipo de cultivo. Trigo/soja = 114 mm/270 mm; maíz= 752 mm-, soja= 347 mm. La campaña 2021-22 fue la de mayor oferta hídrica, registrando 595 mm en los meses de octubre, noviembre y diciembre, mientras que en la campaña 2020-21 y 2022-23 se registraron un 30 y 47% respectivamente, respecto a la campaña 2021-22.

En abril del año 2020, previo a la siembra del trigo, se aplicaron 14 t ha<sup>-1</sup> de estiércol, equivalentes a 6336 kg ha<sup>-1</sup> de MS. El contenido de sólidos totales del estiércol fue de 44,4%, valor apenas por debajo del rango de materia seca de estiércol reportados por algunos feedlots australianos (50-90%), (NSW Agriculture, 1998). De acuerdo con la composición química del estiércol aplicado, el aporte de Nt y Pt fue de 17 kg N ha<sup>-1</sup> (considerando un 30% del N total disponible) y 29,7 kg P ha<sup>-1</sup> (considerando un 85% del P total disponible) para la dosis de 14 t ha<sup>-1</sup> (tabla 1).

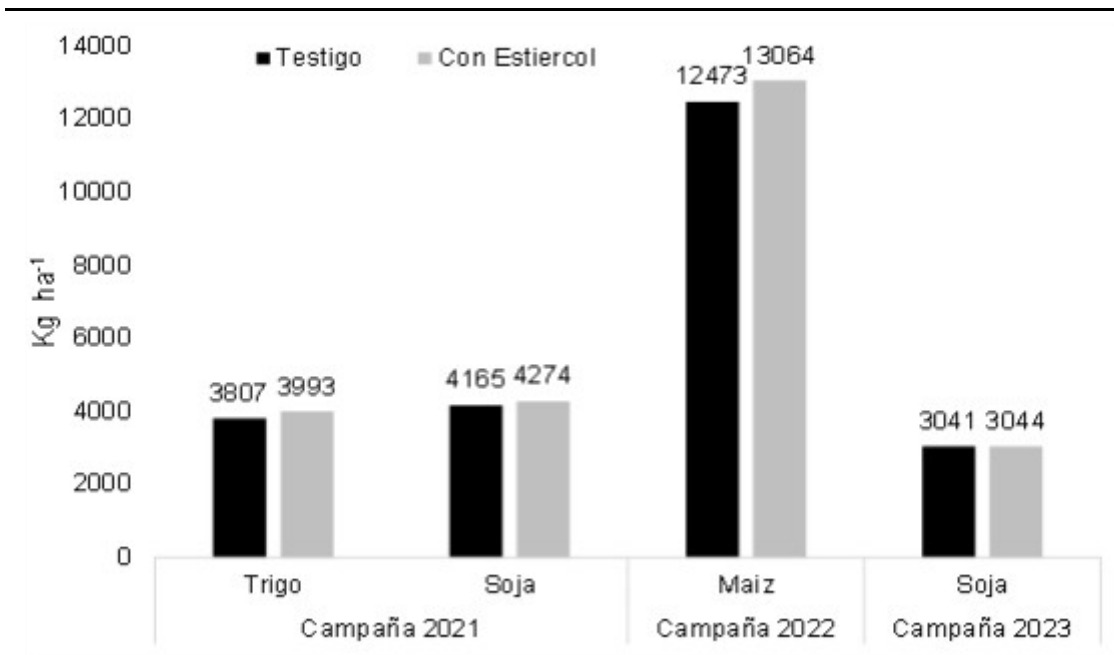
El agregado de 14 t ha<sup>-1</sup> de estiércol no tuvo efecto sobre el rendimiento de los cultivos (P > 0,05) (Figura 1). En promedio, los rendimientos fueron: Trigo = 3900±69

**Tabla 1.** Caracterización del estiércol aplicado. Valores de pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt) y fósforo total (Pt).

Muestra	pH	CE	MS	MO	Nt	Pt
		dS m <sup>-1</sup>		%		
Estiércol	8,9	15,1	44,4	14,1	0,95	0,57

Se caracterizó el estiércol previo a la aplicación para conocer la concentración de nutrientes (N y P principalmente

kg ha<sup>-1</sup>; Soja =4220± 195 kg ha<sup>-1</sup>; Maíz= 12768± 225,7 kg ha<sup>-1</sup>; Soja= 3042± 99,2 kg ha<sup>-1</sup>. Estos resultados



**Figura 1.** Respuesta de cultivos en rotación de tratamientos con y sin estiércol (testigo).

coinciden con los hallados por Diez et al (2017; 2020) aplicando 10 t ha<sup>-1</sup> de estiércol

El agregado de estiércol no produjo incrementos en los niveles de nitratos del suelo en 0-60cm (P= 0,33) ni en los valores de SPAD (P= 0,2) (Tabla 2). Por el contrario, los valores de Nan sí se vieron afectados (P= 0,03), registrando un mayor valor en las parcelas con estiércol respecto del tratamiento testigo. Es decir, el agregado de

en 0-10cm en las parcelas con estiércol. El resto de las variables analizadas no se vieron afectadas por el agregado de estiércol (P > 0,05).

La CE se diferenció entre tratamientos, detectando un aumento en las parcelas con estiércol respecto al testigo en ambas profundidades (Tabla 3). Si bien el incremento no fue riesgoso para el desarrollo de los cultivos, la CE es una variable que se recomienda monitorear cuando

**Tabla 2:** Contenido de nitratos (N-N03) evaluados en 0-60 cm de profundidad de suelo en el estadio V4, nitrógeno anaeróbico (Nan) y SPAD medidos en estadios V8-V9 en el cultivo de maíz (campaña 201-22) para los tratamientos con y sin estiércol (testigo). EE= error estándar; P= significancia estadística.

Tratamiento	N-N03 (kg ha <sup>-1</sup> )	Nan	Spad
Estiércol	98,3	49,53	59,93
Testigo	87,3	44,63	58,87
Valor P	0,33	0,03	0,2
EE	6,2	0,6	0,4

estiércol incrementó el proceso de mineralización del N. Desde la aplicación inicial de estiércol (marzo 2020) hasta el muestreo de suelo post cosecha del cultivo de soja, transcurrieron aproximadamente 400 días. El efecto principal en variables químicas de suelo se detectó en los niveles de Pe (Tabla 3) en la capa 0-10 cm de profundidad, incrementándose 12,75 mg kg<sup>-1</sup> de Pe por el agregado de estiércol respecto al testigo (P < 0,01). Similares incrementos de Pe fueron detectados por Diez et al (2017) en capa de 0-10 cm aplicando 10 y 20 t ha<sup>-1</sup> de estiércol compostado.

Estudios de Sonmez et al (2016) reportaron incrementos de Pe en el suelo de 42% respecto al tratamiento control luego de aplicar 40 t ha<sup>-1</sup> de estiércol. Además, hubo una tendencia (P < 0,10) de incremento del contenido de Mg

se aplica dosis de estiércol mayores a 25-30 t ha<sup>-1</sup>. No hubo efecto sobre las variables de suelo analizadas a los 800 días desde la aplicación en el maíz campaña 2021-22 (Tabla 4).

## CONCLUSIONES

El aporte de 14 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de feedlot no generó un impacto significativo en la respuesta de los cultivos evaluados en la rotación. Se detectó un incremento de Pe el primer año de aplicado el estiércol (campaña 2020-21), y luego no se registraron cambios en los parámetros químicos de suelo evaluados.

Se continuarán con las evaluaciones a escala de lote, aplicando dosis mayores de estiércol con una frecuencia anual o bienal en combinación con fertilización inorgánica.

**Tabla 3.** Variables químicas de suelo evaluadas post cosecha de soja (campaña 2020-21): carbono (C, g kg<sup>-1</sup>), nitrógeno total (Nt, g kg<sup>-1</sup>), relación C/N, capacidad de intercambio catiónico (CIC, cmol kg<sup>-1</sup>), fósforo extractable (Pe, mg kg<sup>-1</sup>), pH, conductividad eléctrica (CE, dS m<sup>-1</sup>), calcio (Ca, cmol kg<sup>-1</sup>), magnesio (Mg, cmol kg<sup>-1</sup>), sodio (Na, cmol kg<sup>-1</sup>), potasio (K, cmol kg<sup>-1</sup>) en las capas de 0-10 y 10-20 cm de profundidad, en tratamientos con 14 t ha<sup>-1</sup> y sin estiércol (testigo). Diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para cada profundidad de suelo evaluada, con un P < 0,05.

Prof (cm)	Tratamiento	C	N	r C/N	CIC	Pe	pH	CE	Ca	Mg	Na	K
		g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>		cmol kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>		dS m <sup>-1</sup>	cmol kg <sup>-1</sup>	cmol kg <sup>-1</sup>	cmol kg <sup>-1</sup>	cmol kg <sup>-1</sup>
0-10	Testigo	13,9	1,37	10,11	11,07	15,47	5,73	0,12	5,54	2,11	0,1	0,77
	Estiercol	14	1,42	9,84	11,3	28,22	5,7	0,14	5,15	3,04	0,13	1,1
10-20	Testigo	7,83	0,81	9,63	10,23	6,27	6,1	0,05	5,67	2,11	0,1	0,4
	Estiercol	8,23	0,89	9,27	10,37	8,07	5,9	0,09	5,41	2,51	0,17	0,63
Valor P	0-10	0,91	0,64	0,21	0,53	0,011	0,66	0,01	0,22	0,07	0,42	0,21
	10-20	0,22	0,16	0,31	0,52	0,19	0,22	0,03	0,18	0,47	0,18	0,42

**Tabla 4.** Variables químicas de suelo evaluadas post cosecha de maíz (campaña 2021-22): carbono (C, g kg<sup>-1</sup>), nitrógeno total (Nt, g kg<sup>-1</sup>), relación C/N, capacidad de intercambio catiónico (CIC, cmol kg<sup>-1</sup>), fósforo extractable (Pe, mg kg<sup>-1</sup>), pH, conductividad eléctrica (CE, dS m<sup>-1</sup>), calcio (Ca, cmol kg<sup>-1</sup>), magnesio (Mg, cmol kg<sup>-1</sup>), sodio (Na, cmol kg<sup>-1</sup>), potasio (K, cmol kg<sup>-1</sup>) en las capas de 0-10 y 10-20 cm de profundidad, en tratamientos con 14 t ha<sup>-1</sup> y sin estiércol (testigo). Diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para cada profundidad de suelo evaluada, con un P < 0,05.

Tratamiento	Prof (cm)	C	Nt	r C/N	CIC	Pe	pH	CE	Ca	Mg	K	Na	PSI
		g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>		cmol kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>		dS m <sup>-1</sup>	cmol kg <sup>-1</sup>	cmol kg <sup>-1</sup>	cmol kg <sup>-1</sup>	cmol kg <sup>-1</sup>	%
Testigo	0-10	11,39	1,20	9,53	12,20	28,40	5,77	0,09	3,96	1,23	1,28	0,14	1,17
	10-20	7,52	1,00	7,73	10,67	10,80	6,07	0,06	4,07	1,38	1,11	0,15	1,37
Estiercol	0-10	7,52	1,35	8,15	10,40	27,80	5,85	0,10	4,03	1,29	1,30	0,14	1,30
	10-20	7,56	1,05	7,05	10,00	11,40	6,05	0,06	4,19	1,38	1,10	0,14	1,45
Valor P	0-10	0,39	0,20	0,11	0,22	0,50	0,50	0,50	0,12	0,09	0,57	0,75	0,84
	10-20	0,50	0,50	0,42	0,65	0,93	0,10	0,60	0,79	0,96	0,29	0,82	0,37

## BIBLIOGRAFÍA

- Diez, M.; Barraco, M.; Guevara,.; Sardiña, M.C.; Mendez, D. 2017. Aplicación de estiércol compostado de feedlot: efecto sobre una rotación cebada-maíz y algunas propiedades de suelo. En: Memoria técnica INTA EEA Gral Villegas 2017-2018, ISNN 1850-6038. Pág 64-68.
- Diez, M.; Barraco, M.; Vergara, M.; Pires, E. 2020. Respuesta productiva del maíz a la aplicación de dosis de estiércol compostado de feedlot. En: Memoria técnica INTA EEA Gral Villegas 2019-2020, ISNN 1850-6038. Pág 68-71.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. Infostat versión 2015. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Quantum GIS v3.24.9 Tisler. 2021 <https://qgis.org/en/sites/>.
- Sonmez, O.; Turan, V.; Kaya, C. 2016. The effects of sulfur, cattle, and poultry manure addition on soil phosphorus. Turk. J. Agric. 40, 536–541. <https://doi.org/10.3906/tar-1601-41>

# STOCK DE CARBONO EN DIFERENTES SECUENCIAS AGRÍCOLAS DE LA PAMPA ARENOSA

Mirian Barraco<sup>1</sup> y Paula Girón<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INTA EEA General Villegas. <sup>2</sup>Bayer Crop Science  
barraco.miriam@inta.gov.ar

**Palabras clave:**

soja, maíz, cultivos de cobertura.

## INTRODUCCIÓN

En la región de la Pampa Arenosa (RPA) predominan secuencias agrícolas con alta participación de cultivos estivales, lo que podría afectar en el largo plazo el stock de carbono orgánico (CO) de los suelos y otras propiedades edáficas. La incorporación de cultivos de cobertura (CC) permite generar biomasa invernal que puede contribuir a mejorar los aportes de residuos y los niveles de CO (Blanco Canqui et al., 2015). No obstante, los cambios en esta propiedad edáfica resultan lentos y generalmente se requieren de estudios de largo plazo para evaluar su impacto.

El objetivo de este estudio fue evaluar el stock de CO total (COT) luego de 16 años de efectos acumulados de diferentes secuencias agrícolas en dos suelos característicos de la RPA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la EEA General Villegas en 2004 se establecieron ensayos de larga duración en suelos Hapludoles Thapto-Árgicos y Hapludoles Típicos con cuatro secuencias agrícolas continuas en siembra directa, con y sin inclusión de CC. En otoño de 2021 se realizaron muestreos de suelos con el objetivo de evaluar el stock de CO total (COT) luego de 16 años de efectos acumulados.

Las secuencias de cultivos fueron: 1: Monocultivo de Soja (S-S), 2: Maíz-Soja (M-S), 3: Soja-Maíz (S-M) y 4: Monocultivo de Maíz (M-M), combinadas con y sin CC de centeno.

Se determinó la densidad aparente (DA) por el método del cilindro y la concentración de COT por el método de Walkley y Black en capas de 0-5, 5-10 y 10-20 cm. Los datos se expresaron en Mg ha<sup>-1</sup>, corrigiendo a contenidos de masa equivalente (en base al tratamiento de menor DA), (Neill et al., 1997).

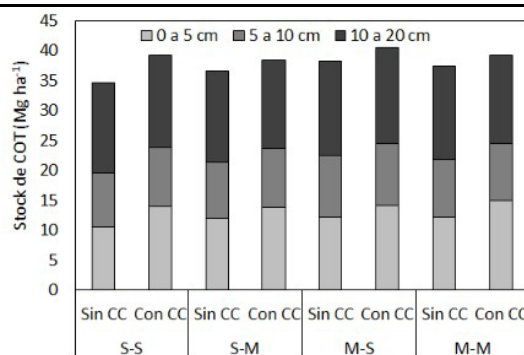
En cada suelo, los tratamientos se dispusieron en parcelas divididas con estructura en bloques con 3 repeticiones, siendo el CC la parcela principal y la secuencia de cultivos la subparcela. Los datos fueron analizados mediante ANOVA y test de comparaciones de medias de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Hapludol Thapto-Árgico solo se observaron diferencias en la DA por el aporte de los CC en la capa de 0-5 cm (1,28 y 1,30 g cm<sup>-3</sup> para con y sin CC, respectivamente), mientras que en las capas de 5-10 cm y de 10-20 cm la DA fue en promedio de 1,41 y 1,40 g cm<sup>-3</sup>. En el Hapludol Típico la DA fue en promedio de 1,31, 1,45 y 1,43 g cm<sup>-3</sup> para las capas 0-5, 5-10 y 10-20 cm, respectivamente, sin detectarse diferencias entre los tra-

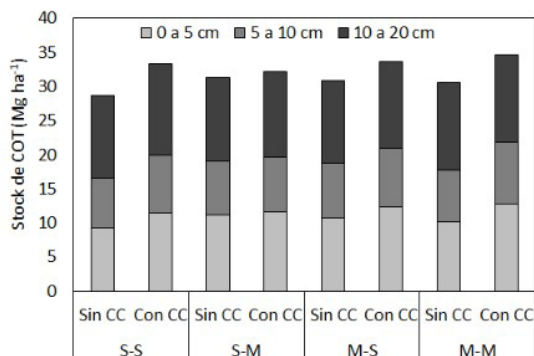
tamientos.

El stock de COT se modificó en la capa de 0-5 cm en ambos suelos. En el Hapludol Thapto-Árgico se detectaron diferencias entre CC (14,2 y 11,7 Mg ha<sup>-1</sup> para con y sin CC) y entre secuencias de cultivos (12,3, 13,2, 12,9 y 13,6 para las secuencias 1, 2, 3 y 4, respectivamente). En las capas de 5-10 y 10-20 cm no se observaron diferencias entre secuencias, con valores medios de 9,7 y 15,4 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1).



**Figura 1.** Stock de carbono orgánico del suelo (COT) en las capas de 0-5, 5-10 y 10-20 cm según diferentes secuencias de cultivo en un suelo Hapludol Thapto Árgico- S=soja, M=maíz, CC=cultivo de cobertura.

En el Hapludol Típico en la capa de 0-5 cm se observó un efecto significativo del CC (12,0 y 10,3 Mg ha<sup>-1</sup>, con y sin CC, respectivamente), pero no se detectaron diferencias entre secuencias de cultivos. En las capas de 5-10 y 10-20 cm el stock de COT fue en promedio de 8,2 y 12,1 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sin detectarse diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Figura 2).



**Figura 2.** Stock de carbono orgánico del suelo (COT) en la capa de 0-5, 5-10 y 10-20 cm según diferentes secuencias de cultivo en un suelo Hapludol Típico. S=soja, M=maíz, CC=cultivo de cobertura.

La mayoría de los estudios reportan aumento de CO por inclusión de CC en secuencias bajo monocultivo de soja (Novelli et al., 2017). No obstante, estos resultados muestran que la incorporación de CC, aún en secuencias de cultivos con alta proporción de gramíneas, podría generar cambios positivos y significativos para el secuestro del stock de C, en coincidencia con lo reportado por Mauri et al., (2022) en estudios desarrollados en el INTA Oliveros.

## CONCLUSIONES

Luego de 16 años de efectos acumulados los sistemas con CC mostraron en promedio en los primeros 20 cm de suelo un 8 y un 11% más de COT para HTA y HT, respectivamente comparado con las parcelas sin CC, independientemente de la secuencia de cultivos evaluadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Blanco-Canqui, H.; Shaver, T.M.; Lindquist, J.L.; Shapiro, C.A.; Elmore, R.M.; Francis, C.A.; Hergert, G.W. 2015. Cover crops and ecosystem services: Insights from studies in temperate soils. *Agron. J.*, 107(6): 2449–2474.
- Maury, M.; Gabbarini, L.A.; Conde, M.B.; Aban, C.L.; Lorenzon, C.; Ortiz, J.; Pegoraro, V.R.; Pereyra, L.; Velez, G.; Seravalle, R.; Marelli, P.; Salvagiotti, F.; Bacigaluppo, G.; Faggioli, V.S. 2022. Intensificación agrícola sustentable: efectos a largo plazo sobre propiedades químicas, actividad enzimática y comunidad microbiana. VIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 15 al 18 de noviembre de 2022. Buenos Aires, Argentina.
- Neill, C.; Melillo, J.; Steudler, P.A.; Cerri, C.C.; Moraes, J.F.L.; Piccolo, M.C.; Brito, M. 1997. Soil carbon and nitrogen stocks following forest clearing for pasture in southwestern Brazilian amazon. *Ecological Applications* 7: 1216-1225.
- Novelli, L.E.; Caviglia, O.P.; Piñeiro, G. 2017. Increased cropping intensity improves crop residue inputs to the soil and aggregate-associated soil organic carbon stocks. *Soil Tillage Res.* 165: 128–136.

# ANÁLISIS DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS EN LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO EN MAÍZ TARDÍO

Mariano Aguirre<sup>1</sup>; Mirian Barraco<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>EEA INTA General Villegas  
aguirre.mariano@inta.gob.ar

**Palabras clave:**  
nitrógeno, rendimiento, tecnologías.

## INTRODUCCIÓN

La superficie destinada a maíz tardío ha aumentado en la región pampeana durante las últimas campañas, alcanzando valores record, explicado en gran medida por las condiciones climáticas adversas (poca recarga del perfil a fines de invierno-principio de primavera y las bajas lluvias pronosticadas para la primavera-verano). El crecimiento y rendimiento de dicho cultivo está influenciado fuertemente por la disponibilidad de nitrógeno, siendo el nutriente que más lo limita (Echeverría y Sainz Rozas, 2015). La forma y el momento de aplicar este nutriente pueden modificar la respuesta del cultivo. En planteos de siembra directa es normal que la aplicación de nitrógeno se haga en superficie, siendo la urea la fuente predominante como fertilizante. Sin embargo, esto puede estar asociado a pérdidas por volatilización de este nutriente, afectando el rendimiento del cultivo. Una alternativa para reducir las pérdidas puede ser la incorporación del fertilizante por debajo del rastrojo (Barbieri et al. 2003).

Otro factor importante es el momento en el que se aplica el nitrógeno, ya que el cultivo de maíz alcanza su máxima tasa de acumulación en el periodo que va de V5-6 a 15-20 días posteriores a R1 (Uhart y Andrade, 1995). A raíz de esto hay trabajos que plantean mejoras en la eficiencia de uso y en rendimientos por retrasar (en maíces temprano) o dividir la aplicación de dicho nutriente, ya que se acopla mejor la oferta y demanda. No obstante, atrasar el momento de aplicaciones en maíces tardíos puede llevar a aumentar las pérdidas por volatilización, sobre todo en aplicaciones al voleo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y el peso de mil semillas en el cultivo de maíz sembrado en fechas tardías utilizando diferentes tecnologías de manejo del nitrógeno. Además se hizo foco sobre el análisis económico de cada práctica.

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el campo experimental de INTA General Villegas, en la campaña 2022-23. Se evaluarán 2 aspectos del manejo: momentos de aplicación (a siembra, V4 o dividido) y forma de aplicación (voleo en superficie vs Incorporado). Se definieron los siguientes tratamientos:

- T1: Testigo sin N (Tt)
- T2: Voleo a la siembra (Vs)
- T3: Incorporado a la siembra (Is)
- T4: Voleo en v5 (Vv5)
- T5: Incorporado en v5 (Iv5)
- T6: 50% Incorporado a la siembra, 50% Voleado en v5 (IyV)

Se definió un diseño en bloques completamente aleatorizados con 3 repeticiones, en parcelas de 5 m de ancho por 8 m de largo (40m<sup>2</sup>).

Previo a la siembra de los cultivos se realizó un muestreo de suelos para la determinación de los contenidos de fósforo extractable (0-20 cm) y de N de nitratos (0-60 cm). También se determinó el contenido de agua disponible (en mm) hasta los 100 y 200 cm. Además, se registraron las precipitaciones medidas por una estación meteorológica ubicada dentro de la EEA.

En las tablas 1 y 2, se muestra la caracterización del ambiente y algunos aspectos del manejo del cultivo. Se realizó un control químico con herbicidas para garantizar el sitio libre de malezas.

El fertilizante utilizado fue urea blanca (46- 0- 0). Los tratamientos al voleo se aplicaron en forma manual, mientras que los incorporados se hicieron con una máquina Altina de arrastre, incorporando el fertilizante a una profundidad de entre 3 y 5 cm, en el mismo sentido que la siembra. Las aplicaciones a la siembra se hicieron el 28/11/2022, mientras que las aplicaciones en el estadio V5 el 22/12/2022.

**Tabla 1:** Manejo del cultivo de maíz tardío.

Fecha de Siembra	Fecha de Cosecha	Densidad Lograda (pl.ha <sup>-1</sup> )	Híbrido
28/11/2023	29/5/2023	62.857	ACA 476

**Tabla 2:** Caracterización del sitio y manejo del cultivo. P: fósforo extractable (ppm), N-nitratos: nitrógeno de nitratos (kg ha<sup>-1</sup>), S: azufre (kg ha<sup>-1</sup>), AD: agua disponible (mm).

AD Siembra (200cm)	AD Siembra (100cm)	P Extractable	N-Nitratos	Dosis P elemento	Umbral Corrección N-Nitratos	Dosis S
324	131	31	120	16,68	240	12

Se determinó el rendimiento por hectárea para cada tratamiento y el peso de mil semillas. La cosecha se realizó con una máquina experimental, cosechando 2 surcos x 5 m de largo (10m<sup>2</sup>). Luego se pesó la muestra, se tomó la humedad y se estimó el rendimiento por hectárea. Se realizó un análisis económico parcial, comparando los tratamientos entre sí, tomando el testigo como punto de comparación. Las cotizaciones de referencia son del 31/8/2023.

Se realizaron análisis de varianza y test de comparación de media LSD Fisher ( $p < 0,05$ ) con el software estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2019).

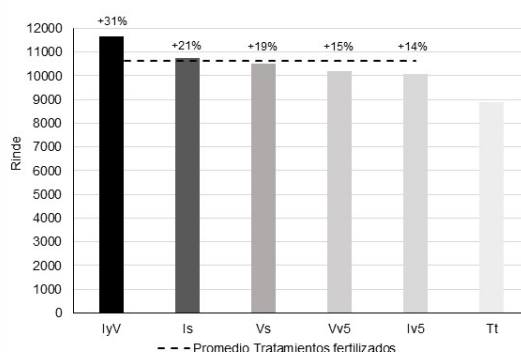
## RESULTADOS

Las precipitaciones durante el periodo del cultivo se resaltan (en color gris) en la Tabla 3. Como se puede observar siempre estuvieron por debajo del promedio histórico. A pesar de las bajas precipitaciones durante el invierno-primavera del 2022, al momento de la siembra el perfil se encontraba con una cantidad aceptable de agua útil para el cultivo (tabla 2). Esta condición pudo deberse a las precipitaciones sobre fines del mes de noviembre. Las precipitaciones durante el ciclo del cultivo fueron bajas comparadas con las históricas, sin embargo, lluvias aisladas en momentos clave del cultivo permitieron tener rindes de moderados a buenos.

En cuanto a las condiciones climáticas al momento de las aplicaciones de urea, en ambos casos ( a la siembra y en V5), dentro de los 10 días post aplicación ocurrieron lluvias de entre 25 y 40 mm, favoreciendo la incorporación de la urea en el suelo y la posibilidad de que el N esté disponible para el cultivo.

El rendimiento del cultivo varió desde 8863 a 11633

por adelantar la fertilización nitrogenada a la siembra. A su vez, incorporar el fertilizante (urea) tanto en aplicaciones tempranas como tardías, no tuvo mayor impacto en el rendimiento del cultivo. Esto puede estar relacionado con las precipitaciones caídas oportunamente los días posteriores a las aplicaciones (entre 25 y 40 mm), lo que habría favorecido una rápida incorporación de la urea al suelo disminuyendo significativamente las pérdidas por volatilización en las aplicaciones al voleo, haciendo que las diferencias entre los métodos de aplicación sean menores. Se observó una tendencia al aumento en el rendimiento al fraccionar la aplicación de nitrógeno en 2 momentos, relacionado probablemente a un mejor aprovechamiento del nutriente, a raíz de una mayor coincidencia entre la oferta y la demanda de dicho nutriente.



**Gráfico 1** Rendimiento por tratamientos. I y V; 50% incorporado a la siembra, 50% voleo v5; Inc S: incorporado a la siembra; V s: voleo a la siembra; V v5: voleo en v5; Inc v5: incorporado en v5; Tt: testigo sin N. Los porcentajes indican las diferencias de cada tratamiento con respecto al testigo.

**Tabla 3:** Precipitaciones campaña 2022-23 y promedio histórico para la zona de influencia de INTA General Villegas.

Periodo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Jul 22 - Jun 23	2	1	7	58,8	70,8	33,9	118	5,5	100,5	8,5	9,2	1
Promedio Histórico	16	18	48	100	97	106	138	93	121	73	38	20

kg.ha-1 para el Tt y el tratamiento IyV respectivamente. Si bien no hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0,12$ ), se observa que todos respondieron al agregado de N, con aumentos en el rinde que van desde 14% hasta 31% con respecto al Tt. Si tomamos como rendimiento base el promedio de los tratamientos fertilizados con N, se observa que los tratamientos IyV y Is lo superan, mientras que los tres restantes solo lo igualan o están por debajo (Gráfico 1).

Si bien no hubo diferencias estadísticas significativas, los tratamientos que tienen aplicaciones de N tempranas o fraccionadas, tendieron a mostrar rindes más altos que aquellos en los que las aplicaciones se demoraron hacia al estadio de V5, lo que indicaría cierto beneficio

No hubo diferencias significativas en el P1000 entre los tratamientos ( $p=0,15$ ), sin embargo, se observa en términos absoluto que el tratamiento Tt tuvo un valor considerablemente menor, respecto a los tratamientos con agregado de N. Desde el punto de vista económico, fraccionar la dosis de nitrógeno fue la mejor opción, ya que a pesar del costo de las labores obtuvo el margen bruto (MB) marginal (155 Usd.ha-1) más alto, superando ampliamente a las demás opciones. Incorporar y volear al momento de la siembra obtuvieron valores de 40 y 13 Usd. Ha-1 respectivamente, dejando márgenes positivos para la fertilización.

En cambio, incorporar y volear en v5 (atrasar el momento de fertilización), produjo márgenes negativos, ya que



**Tabla 4:** Peso de mil semillas (P1000) (grs), para cada tratamiento. I y V; 50% incorporado a la siembra, 50% voleo v5; inc S: incorporado a la siembra; V s: voleo a la siembra; V v5: voleo en v5; Inc v5: incorporado en v5; Tt: testigo sin N.

Tratamientos	P1000
V s	304,07
I y V	302,27
V v5	301,53
I s	300,24
I v5	300,05
Tt	258,32

**Tabla 5:** Análisis económico para cada tratamiento, tomando como punto de comparación el testigo. I y V; 50% incorporado a la siembra, 50% voleo v5; Is: incorporado a la siembra; Vs: voleo a la siembra; Vv5: voleo en v5; Iv5: incorporado en v5; Tt: Testigo sin N; Precio libre: precio pizarra en dólares menos los gastos de comisión y flete. Dólar: 350 \$.dólar-1; Urea: 820 Usd.tn-1.

TRATAMIENTOS		IyV	Is	Vs	Vv5	Iv5
Ingreso Marginal	Rend. Marginal sobre Tt. (tn.ha <sup>-1</sup> )	2,77	1,9	1,65	1,32	1,23
	Precio Pizarra Maíz (Usd.tn <sup>-1</sup> )	187				
	Gasto flete y comisión (Usd.tn <sup>-1</sup> )	35				
	Precio libre (Usd.tn <sup>-1</sup> )	152				
	Ingreso Marginal (Usd.ha <sup>-1</sup> )	421,4	289,1	251	200,8	187,1
Costos Marginales	Incorporado (Usd.ha <sup>-1</sup> )	20	20	0	0	20
	Voleo (Usd.ha <sup>-1</sup> )	11	0	11	11	0
	Dosis Urea (kg.ha <sup>-1</sup> )	260				
	Urea (Usd.ha <sup>-1</sup> )	213,2				
	Costo cosecha (Usd.ha <sup>-1</sup> )	92	90	88	88	86
	Costo cosecha Marginal (Usd.ha <sup>-1</sup> )	21,9	15,9	13,8	11,4	10,4
	Total costo (Usd.ha <sup>-1</sup> )	266,1	249,1	238	235,6	243,6

el aumento de rendimiento por fertilizar no alcanza a cubrir los gastos que dicha actividad género.

## CONCLUSIÓN

Las precipitaciones previas y durante el ciclo del cultivo fueron menores a los registros históricos, lo cual pudo haber condicionado el rendimiento potencial del cultivo. Sin embargo, ciertos eventos de lluvia que se dieron en forma aislada y en momentos claves para el cultivo permitieron lograr rendimientos de moderados a buenos. Se observó una tendencia al aumento de rendimiento al fraccionar la dosis de N y en aplicaciones tempranas. Si bien hubo leves mejoras por incorporar el nutriente, las precipitaciones ocurridas post aplicaciones no permitieron visualizar grandes diferencias entre métodos. Desde el punto de vista económico, fraccionar la dosis obtuvo el mayor margen bruto parcial, seguido por las aplicaciones al momento de la siembra. Atrasar la fertilización a estadios más avanzados género aumentos de rindes que no compensaron la inversión realizada. Estos resultados representan un año en particular, por lo tanto, estudios similares se evaluarán en las próximas

campañas de modo de abarcar diferentes escenarios climáticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barbieri, P.A.; Echeverría, H.E.; Sainz Rozas, H.R. 2003. Respuesta del cultivo de maíz bajo siembra directa a la fuente y al método de aplicación de nitrógeno. Ciencia del Suelo 21:18-23.
- Di rienzo, J.A, F Casanoves, M G Balzarini, I Gonzalez, M Tablada, and C W Robledo. 2019. "infostat." Universidad Nacional de Córdoba.
- Echeverría, H.E. y Sainz Rozas H.R. 2015. Nitrógeno. En: Echeverría, H.E. & García F.O. (eds.) 2ª edición. Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. INTA,

Buenos Aires, Argentina. pp. 189-228.

- Uhart, S.A. y Andrade, F.H. 1995. Nitrogen Deficiency in Maize: II. Carbon-Nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. Crop Sci. 35: 1384-1389.



# SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS





# APLICACIÓN DE PURINES DE TAMBO EN UNA ROTACIÓN DE LA ZONA OESTE DE BUENOS AIRES

Graciela Varillas<sup>1</sup>, Marina Maekawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Extensionista AER INTA Trenque Lauquen,

Tte. Uriburu 259,

varillas.graciela@inta.gob.ar

## Palabras clave:

purines, nutrición, valorización.

## INTRODUCCIÓN

La intensificación y concentración de la producción en los sistemas lecheros argentinos, trae aparejado el problema de la generación y acumulación de purines y residuos sólidos. A su vez, para intensificar los sistemas se debe aumentar la producción de forraje y granos, que son la principal fuente de alimento de los animales, lo que implica mayor extracción de nutrientes del suelo que deben ser restituidos para asegurar su sustentabilidad. La aplicación de fertilizantes químicos al suelo constituye la principal vía de aporte de los nutrientes necesarios para producir elevadas cantidades de biomasa. Sin embargo, esta práctica conlleva varios problemas asociados a su utilización, como el aumento del costo de producción de los sistemas lecheros y los riesgos de contaminación del ambiente (agua y suelo) cuando son utilizados en exceso (Imhoff et al 2013). El reúso de los purines y su incorporación al suelo como enmienda orgánica brinda una solución al problema, permitiendo recuperar la fertilidad de los suelos y aumentar la productividad de los cultivos (García & Charlón 2011).

Por ello este trabajo tiene como objetivo 1- evaluar el efecto de la aplicación de purines de tambo sobre rendimiento en grano en la rotación (maíz/ trigo/ soja). 2- el aporte de los purines a los principales nutrientes del suelo y 3- generar información local/regional.

de purín previo la siembra de soja de segunda.

Las fechas de siembra fueron 30/09/2020, 10/06/2021 y 20/12/2021 para maíz, trigo y soja respectivamente. El distanciamiento entre hileras es de 0,527m para maíz, 0,19 m para trigo y 0,38 m para soja.

El diseño estadístico fue en bloques aleatorizados con 3 repeticiones y en parcelas de 430 m<sup>2</sup> (50 m x 8,60 m).

Determinaciones:

1- Suelo: a) Se determinaron parámetros químicos de suelo al inicio del ensayo (caracterización del sitio) en 0 – 20 cm de profundidad y al final (post cosecha de soja de segunda) en 0 – 10 cm y 10 – 20 cm de profundidad para determinar pH, %C, CE, Bases (Ca, Mg, K, Na), CIC. Y a 0-60 cm de profundidad cada 20 cm al inicio para NO<sub>3</sub>.

2- Efluente: análisis químico y nutricional al momento de aplicar el purín para determinar su composición. Análisis: materia seca (MS), pH, conductividad eléctrica (CE), carbono (C), nitrógeno total (Nt), fósforo total (Pt), calcio (Ca), potasio (K), magnesio (Mg) y sodio (Na).

3.- Cultivo: densidad, rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>). Para rendimiento se contarán las plantas a cosecha y se determinó el rendimiento en grano y sus componentes.

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante ANAVA – INFOSTAT

**Tabla 1.** Precipitaciones mensuales registradas en el establecimiento durante el período del ensayo (2020-2022).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	TOTAL
2020	143	57	70	144	10	10	7	16	145	77	25	38	742
2021	126	68	165	126	42	2	0	2	120	28	174	107	960
2022	27	162	175	69									

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el establecimiento lechero “La Julia”, del partido de Tres Lomas. El mismo cuenta con un sistema de tratamiento de purines que consta de un tamiz para la recuperación de la fracción sólida y 3 piletas de decantación para la fracción líquida.

Se establecieron 4 tratamientos: testigo sin aplicación de purín (T), aplicación de purín superficial (E), aplicación de purín con incorporación con rastra de doble acción (Ei), fertilización química del productor (Fq) que consistió en 70 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamónico (PMA) pre-siembra de maíz y 80 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico (PDA) en pre siembra de trigo. Se aplicaron dosis de 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de purín previo a la siembra de maíz, 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de purín previo a la siembra de trigo y 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ensayo se realizó sobre un lote que no había recibido purines con anterioridad. El antecesor fue cultivo de cobertura (centeno) y soja de primera.

Las precipitaciones durante el ensayo fueron normales para la zona (tabla 1), algo superiores al promedio de los últimos 10 años (671 mm). El maíz recibió 334 mm durante su ciclo, el trigo 407 mm y la soja 377 mm.

**Propiedades químicas del suelo:** El ensayo se ubica sobre un suelo Hapludol éntico, de textura franco - arenosa, serie Epecuen 6 (GeolNTA) con una composición química característica de la región (Barraco et al 2009). La caracterización inicial del ensayo se presenta en la Tabla 2, con 1,88% MO.

**Tabla 2.** Caracterización inicial del suelo según los parámetros químicos determinados en 0-20 cm de profundidad de suelo.

Parámetros	Profundidad 0-20 cm
pH	6,2
CE dS m <sup>-1</sup>	0,07
C mg g <sup>-1</sup>	10,9
N mg g <sup>-1</sup>	1,27
Ca cmol kg <sup>-1</sup>	6,3
Mg cmol kg <sup>-1</sup>	1,2
K cmol kg <sup>-1</sup>	1,5
Na cmol kg <sup>-1</sup>	0,1
CIC cmol kg <sup>-1</sup>	10,7
PT ppm	1623
Pe ppm	9,5
relac C/N	8,58

**Composición del purín:** La composición del purín fue altamente variable (Tabla 3) lo que derivó en aportes de cantidades muy dispares de esos nutrientes en cada cultivo. La variabilidad de este tipo de productos coincide con lo reportado otros trabajos (Gambaudo et al 2014).

En base a los requerimientos de N, P, Ca, K y Mg de cada cultivo (IPNI 017), y de los rendimientos de cada cultivo en el tratamiento E (tabla 5) se calculó la extracción de estos durante todo el ensayo (\*). El ingreso de estos nutrientes por aporte del purín fue, en kg ha<sup>-1</sup>, N=55,14, P=25,59, K=203,83, Ca=219,69 y Mg=107 (tabla 4), El balance, calculado ingreso – egresos, muestra que los aportes no cubrieron los requerimientos de N ni de P en ningún tratamiento (incluido Fq), pero sí de las bases (Ca, Mg y K). Los aportes de cada nutriente contenido en los purines, en términos de fertilizantes comerciales, equivale a 119 kg de N como urea, 57 kg de pentóxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 244 kg de óxido de potasio (K<sub>2</sub>O), 308 kg de óxido de calcio (CaO) y 173 kg de óxido de magnesio (MgO).

**Productividad de los cultivos:** El agregado de purín al suelo no afectó el rendimiento en grano para los cultivos de maíz, trigo y soja para la campaña evaluada, ni el peso de 1000 granos (P=0,66) para trigo y soja (Tabla 5).

**Consumo de agua:** Al inicio y cosecha de cada cultivo se evaluó la cantidad de agua disponible hasta los 2 m de profundidad. Se determinó la eficiencia de uso

**Tabla 3** Caracterización química y nutricional del purín

Indicador	Unidad	Maiz	Trigo	Soja
pH		7,12	6,95	8,32
Mat seca	%	8,47	11,7	0,47
Ca	mg/kg	4932	1000	153
Mg	mg/kg	2881	200	88
Na	mg/kg	8600	1200	1010
K	mg/kg	4766	500	450
N total	%	1,36	0,181	2,71
P total	%	0,382	0,1885	1,35
CE µS	µS		2480	5630

**Tabla 4** Aporte kg ha<sup>-1</sup> de nutrientes N, P, Ca, K y Mg, requerimientos de los cultivos (kg ha<sup>-1</sup>) [5] y balance.

	N	P	K	Ca	Mg
Requer.cult (kg tn <sup>-1</sup> grano)	85,24	12,28	24,58	3,37	16,00
Extracción (kg ha <sup>-1</sup> ) (*)	298,10	48,61	82,60	9,32	58,18
Ingresos purines (kg ha <sup>-1</sup> )	<b>55,14</b>	<b>25,59</b>	<b>203,83</b>	<b>219,69</b>	<b>107,91</b>
Balance	<b>-242,97</b>	<b>-23,02</b>	121,23	210,37	49,73

**Tabla 5:** Rendimiento de grano kg ha<sup>-1</sup> de maíz, trigo y soja

Rendimiento (kg ha)	Tratamientos				Valor P
	T	E	E inc	Fq	
Maíz	7534	8397	8380	7390	0,23
Trigo	2607	2499	3011	2924	0,75
Soja	1889	2326	2057	1882	0,75

(EUA) para cada uno de los tratamientos y de los cultivos siendo en promedio 24, 10 y 7 mm agua kg MS-1 para maíz, trigo y soja respectivamente. Ninguno de ellos arrojó diferencias significativas. Los valores coinciden con las determinaciones para esta región de estudios anteriores (Videla 2014) que indica EUA de 18 kg MS mm-1 para maíz, 10 kg MS mm-1 para trigo y 8 kg MS mm-1 para soja.

El agua consumida desde la siembra a la cosecha para cada cultivo no tuvo diferencias significativas entre tratamientos ( $p > 0,05$ ). En promedio el agua disponible fue de 377 mm, 268 mm y 420 mm para maíz, trigo y soja respectivamente. Respecto de los cationes se puede observar que su variación en la CIC fue muy pequeña. Los contenidos de Na en el suelo tampoco muestran valores preocupantes luego de las aplicaciones. Según el trabajo

cuencia, sus nutrientes, no permitió tener una diferencia significativa en el rendimiento en grano en ningún tratamiento.

La práctica permite reponer el balance negativo de nutrientes (Ca, K) que afecta a los sistemas ganaderos de carne y leche, que no se restituyen en los volúmenes requeridos por las demandas de los sistemas. De esta manera contribuye a la sostenibilidad del sistema.

Agradecimientos: Agradecemos al dueño del establecimiento La Julia, Ingeniero Carlos Mayorga, a su asesor en agricultura Ingeniero Juan P. Palazzo por su buena disposición y por facilitarnos la información requerida, y a todo el personal responsable de las herramientas por su colaboración desinteresada para realizar las tareas y preservar el sitio destinado al ensayo.

**Tabla 6.** Resultados del análisis de suelo final a una profundidad 0 – 10 cm

Parámetros	Tratamientos			
	T	E	Ei	Fq
Profundidad	0 -10 cm			
pH Agua	6	6,3	6,2	5,8
CE dS m <sup>-1</sup>	0,07	0,08	0,05	0,04
C mg g <sup>-1</sup>	12,5	14,4	10,5	11,7
N mg g <sup>-1</sup>	1,3	1,38	1,13	1,44
Ca cmol kg <sup>-1</sup>	5,54	7,13	5,94	7,13
Mg cmol kg <sup>-1</sup>	4,36	2,38	1,98	1,98
K cmol kg <sup>-1</sup>	3,7	3,5	3,5	3,9
Na cmol kg <sup>-1</sup>	0,3	0,4	0,3	0,3
CIC cmol kg <sup>-1</sup>	13,1	13,6	12,3	12,7
PT mg kg <sup>-1</sup>	369	405	354	341
Pe mg kg <sup>-1</sup>	10,1	12,7	7,9	12,4
relac C/N	9,62	10,43	9,29	8,13

de Abbona et al (2016) la extracción de nutrientes promedio por la actividad ganadera (carne y leche) en la provincia de Buenos Aires es de 3,9; 0,9; 0,4 y 1,7 kg ha<sup>-1</sup> para N, P, K y Ca respectivamente. Si miramos el balance de estos nutrientes en particular, observamos que son positivos para N y P (Herrero et al 2006), pero negativos para K y Ca, -1,0 y -4,1 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente (Abbona et al 2016); el aporte de los purines contribuye a reponer parte de estos cationes que tienen una importante función en mantener la condición de basicidad de los suelos, evitar los descensos de pH, y problemas de disponibilidad de otros nutrientes.

## CONCLUSIONES

La aplicación de purines aporta minerales al sistema que permitió cubrir los requerimientos de los cultivos para las bases (Ca, K y Mg) en su totalidad o parcialmente (P, N). El Na aportado con las aplicaciones de los purines no es una amenaza para el sistema. La gran variación en la cantidad de MS aportada por el purín, y, en conse-

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbona, E., Presutti, M., Vázquez, M., Sarandón, S. (2016) Los sistemas de producción de carne y leche bovina en la Provincia de Buenos Aires ¿conservan los nutrientes del suelo. Rev. Fac. Agron. Vol 115 (2): 251-263.
- Barraco, M., Álvarez, C., Scianca, C., Díaz-Zorita, M. (2009) Productividad de soja en suelos con capacidad agrícola limitada en la pampa arenosa.
- Gambaudo, S., Imhoff, S., Carrizo, M. E., Marzetti, M., & Racca, S. (2014). Uso de efluentes líquidos de tambo para mejorar la productividad de cultivos anuales y la fertilidad del suelo. Ciencia del suelo, 32(2), 197-208.
- García, K., & Charlón, V. (2011). Recirculación y reutilización del efluente de tambo luego de su tratamiento: cambios en la eficiencia del sistema. III Congreso Internacional de Ambiente y Energías Renovables, Villa María, Córdoba, Argentina.
- Herrero, M.A., Gil, S.B., Flores, M.C., Sardi G.M. & Orlando, A.A. (2006). Balance de nitrógeno y fósforo a escala predial, en sistemas lecheros pastoriles en Argen-

tina. In Vet 8:9-21.

- Imhoff, Silvia et al. (2013) Uso alternativo de efluentes de tambo para disminuir el impacto ambiental. En V Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente de REDIBEC y V Jornadas de la Asociación Argentina.
- IPNI Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica (2017) Extracción y balance de nutrientes en suelos de la Argentina. Cruzate G; Casas R. Disponible en <http://lacs.ipni.net>.
- Videla Mensegue, H. R. (2014). Uso del agua en secuencias de cultivos agrícolas del centro-sur de Córdoba (Argentina).

\*Trabajo presentado en el IV Simposio de Residuos Agroindustriales y Agropecuarios desarrollado en Mendoza 4 y 5 de Noviembre 2023



# EXPERIENCIAS DE CAPACITACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE MONITOREO SATELITAL PARA ESTUDIANTES AVANZADOS DE CENTROS EDUCATIVOS PARA LA PRODUCCIÓN TOTAL (CEPT) EN ENTORNOS RURALES

Roberto Landa  
INTAAER Pehuajó  
landa.roberto@inta.gov.ar

**Palabras clave:**  
Agtech, monitoreo satelital de cultivos, teledetección, CEPT, Agricultura 4.0

## INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como objetivo detallar las actividades de capacitación, los resultados obtenidos y los beneficios educativos de estas capacitaciones sobre el avance de las nuevas tecnologías relacionadas con la actividad agropecuaria. Esta formación tuvo lugar en dos Centros Educativos para la Producción Total (CEPT) en la provincia de Buenos Aires: el CEPT N° 14 de Magdala, partido de Pehuajó; y el CEPT N° 9 Colonia El Toro, en el partido de Carlos Tejedor.

### Contexto

La agricultura es una de las actividades económicas más importantes en Argentina, y su eficiencia y productividad están cada vez más vinculadas a la adopción de nuevas tecnologías. En este sentido, la capacitación se centró en algunos de los avances en la denominada Agricultura 4.0, y en particular la adopción de tecnologías para monitoreo satelital, áreas en rápido desarrollo y con alto potencial de impacto en el sector agropecuario.

### Importancia de la Tecnología Agropecuaria en el Contexto Rural

Para las comunidades rurales, donde los recursos educativos suelen ser limitados, entender y adoptar nuevas tecnologías agropecuarias puede significar una mejora sustancial no solamente en la producción de los establecimientos del territorio, sino también en la formación profesional de los estudiantes en estos centros educativos. Esta capacitación buscó no solo impartir conocimientos teóricos sino también habilidades prácticas que puedan ser aplicadas directamente en el campo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección, se describen las actividades y temas abordados durante los dos encuentros de la capacitación. La estructura del curso se dividió en dos clases, cada una con su enfoque y objetivos específicos.

**Primera Clase:** Agricultura 4.0 y Tecnologías de Información Espacial

### Temas cubiertos

- Introducción a la Agricultura 4.0: Se proporcionó un marco teórico sobre la cuarta revolución industrial en la agricultura, destacando las tecnologías emergentes como la Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial y el análisis de datos.
- Adquisición de Información Espacial: Se abordaron los

diferentes métodos para obtener información geoespacial y cómo ésta puede ser utilizada para mejorar la gestión agrícola.

### Actividades prácticas

- Uso de LandViewer de EROS: Se llevó a cabo una actividad práctica donde los estudiantes aprendieron a buscar, observar y analizar imágenes satelitales de un establecimiento agrícola determinado.

**Segunda Clase:** Monitoreo de Cultivos Agrícolas

### Temas cubiertos

- Introducción al Monitoreo de Cultivos: Se introdujo a los estudiantes en las técnicas de seguimiento del estado de cultivos y cómo las tecnologías modernas pueden hacer este proceso más eficiente.
- Uso de los Sistemas de Gestión agropecuaria: Se explicó la utilidad de esta herramienta para el monitoreo en tiempo real de diversos parámetros de los cultivos, como humedad, temperatura y estado de desarrollo.

### Actividades prácticas

- Uso de la aplicación web Crop Monitoring: Los estudiantes pudieron interactuar con la aplicación web para realizar un monitoreo simulado de un cultivo, identificando posibles áreas de mejora en la gestión del mismo.

### Metodologías de Enseñanza

Durante las sesiones, se emplearon diversas metodologías de enseñanza para facilitar el aprendizaje, tales como charlas interactivas, ejercicios prácticos y discusiones en grupo.

### Materiales y Recursos Utilizados

- Presentaciones en PowerPoint
- Acceso a Internet para las actividades prácticas
- Hojas de ejercicios y guías de actividades

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Beneficios Educativos para los Estudiantes Avanzados de Escuelas Rurales Agropecuarias

La capacitación en Agricultura 4.0 y tecnologías de monitoreo satelital ofrece múltiples beneficios educativos, especialmente para estudiantes de escuelas rurales agropecuarias. A continuación, se detallan algunos de los más significativos:

#### Adquisición de Habilidades Tecnológicas

- **Manejo de Plataformas Digitales:** El entrenamiento en el uso de aplicaciones web como LandViewer y Crop Monitoring proporciona a los estudiantes habilidades prácticas en el manejo de plataformas digitales, esenciales en la agricultura moderna.
- **Análisis de Datos:** La introducción al uso de datos geoespaciales y al monitoreo en tiempo real de cultivos fomenta el desarrollo de habilidades analíticas, que son cada vez más valoradas en el sector.

#### Oportunidades Laborales

- **Competitividad en el Mercado Laboral:** El conocimiento en tecnologías emergentes hace que los estudiantes sean más competitivos en el mercado laboral, tanto a nivel local como en el contexto más amplio del sector agroindustrial.
- **Emprendimiento:** La capacitación brinda las herramientas necesarias para que los estudiantes puedan considerar emprender sus propios proyectos agropecuarios, aplicando tecnologías modernas para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad.

#### Implicaciones en la Comunidad Rural

- **Transferencia de Conocimientos:** Los estudiantes actúan como agentes de cambio en sus comunidades, llevando los conocimientos adquiridos a otros miembros de la comunidad, lo que puede resultar en mejoras significativas en las prácticas agrícolas locales.
- **Desarrollo Sostenible:** La adopción de prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles tiene el potencial de beneficiar a toda la comunidad, contribuyendo a un desarrollo más sostenible a largo plazo.

#### CONCLUSIONES

La capacitación en Agricultura 4.0 y tecnologías de monitoreo satelital en los centros de educación de Magdala y Colonia El Toro fue un éxito tanto en términos de participación como de resultados educativos. Los estudiantes se mostraron muy interesados y comprometidos, lo cual es un indicador positivo de la relevancia y aplicabilidad de los temas tratados.

#### Recomendaciones para Futuras Capacitaciones

- **Personalización del Contenido:** Para futuras sesiones, sería beneficioso adaptar aún más el contenido a las necesidades específicas de las comunidades rurales, posiblemente incluyendo más casos de estudio locales.
- **Seguimiento y Soporte Continuo:** Sería valioso establecer un mecanismo de seguimiento para evaluar la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos y ofrecer soporte adicional si es necesario.

#### Reflexiones Finales

La experiencia de capacitación demuestra que existe una demanda creciente por la adopción de las nuevas tecnologías agrícolas en las comunidades rurales. Además, se observa que los estudiantes no solo ven estas

herramientas como una forma de mejorar la eficiencia agrícola, sino también como una vía para el desarrollo profesional y personal.

La capacitación sirve como un modelo a seguir para futuras iniciativas educativas sobre las nuevas tecnologías que irrumpen en el sector agropecuario, y pone de manifiesto la importancia de acercar estas herramientas tecnológicas a los jóvenes estudiantes en contextos rurales, donde existe aún una fuerte desconexión entre los avances tecnológicos en la maquinaria agrícola y el acceso a nuevas tecnologías relacionadas con el sector agroindustrial, y la escasa oferta de capacitaciones educativas que generen recursos humanos idóneos en las mismas.

#### BIBLIOGRAFÍA

- González, Marcelo Gabriel. (2021) "El impacto de las Agtech en el Sector Agropecuario". Universidad Nacional de San Martín.
- Lachman, J.; Braude, H.; Monzón, J.; López, S. y Gómez-Roca, S. (2022) "El Agro 4.0. ¿Cómo puede Argentina transformarse en líder del nuevo paradigma tecnoproductivo?" Cuyonomics. Investigaciones en Economía Regional, 6(10), 55-86.
- Lachman, J.; Braude, H.; Monzón, J.; López, S.; Gómez-Roca, S. (2022) "El Potencial del Agro 4.0 en Argentina. Diagnóstico y propuestas de políticas públicas para su promoción". Argentina Productiva 2030. Documento N° 28. Ministerio de Desarrollo Productivo. Julio 2022.
- Melchiori, R.; Espósito, G.; Kemerer, A. (Comp.) (2022) "Actas 2° Congreso Latinoamericano de Agricultura de Precisión. Gestionando la variabilidad para una producción sustentable". Descarga digital: <https://clap2022.ar/actas-del-congreso>
- Moreira, Marta. (2018) "Agricultura 4.0: cosechas abonadas con ciencia y tecnología" En <https://www.elindependiente.com/desarrollo-sostenible/2018/04/07/agricultura-4-0-cosechas-abonadas-ciencia-tecnologia/#gs.hfVhHdU>.
- Tobón Jurado, Natalia. (2020) "Revolución tecnológica aplicada a la agricultura. Integración de conocimientos para un sector moderno y sustentable". En CEDAIT. Agricultura de Precisión. Boletín N° 17. Noviembre 2020.
- "Introduction to my EOSDA LandViewer" EOS LandViewer. <https://eos.com/user-guide/landviewer/>
- "EOSDA Crop Monitoring Guide". EOS Crop Monitoring. <https://eos.com/user-guide/crop-monitoring/>



## DINÁMICA DE AGUAS SUBSUPERFICIALES EN EL PARTIDO DE GENERAL VILLEGAS

Alejandra Macchiavello<sup>1</sup>, Horacio Videla Mensague<sup>2</sup>, Rodrigo Lila Manzione<sup>3</sup>, Cristián Álvarez<sup>4</sup>, Elke Noelle-meyer<sup>5</sup>

<sup>1</sup>INTA AER General Villegas, <sup>2</sup>INTA AER Laboulaye, <sup>3</sup>UNESP Universidade Estadual Paulista, <sup>4</sup>INTA AER Ge-

neral Pico, <sup>5</sup>Facultad de Agronomía UNLPam.

macchiavello.a@inta.gov.ar

### Palabras clave:

nivel freático, modelos mecánicos, General Villegas.

### INTRODUCCIÓN

En muchos ambientes de la región pampeana, niveles freáticos cercanos a la superficie pueden convertirse en una fuente importante de agua para las plantas (Jobbágy y Jackson, 2004; Noretto et al., 2009), una oportunidad de usar el exceso de agua de lluvia almacenada en los suelos. Por otro lado, largos periodos de lluvias importantes pueden provocar que el nivel freático esté demasiado cerca de la superficie, afectando negativamente el crecimiento y el desarrollo de la vegetación. El partido de General Villegas está ubicado en el noroeste bonaerense, sobre una planicie sedimentaria, con escasa red de drenaje superficial y nivel freático cercano a la superficie. Lo cual, junto a excesos de precipitaciones producen con frecuencia inundaciones que ejercen una marcada influencia sobre los ecosistemas naturales y modificados. Disponer de información sistematizada de las napas freáticas, junto al planteo de métodos de análisis de datos para su caracterización, permitirían obtener estrategias de adaptación y mitigación en el territorio. Además, esta información es fundamental para validar modelos hidrológicos para poder predecir el comportamiento de este sistema ante cambios climáticos. El propósito de este estudio fue evaluar la capacidad predictiva de un modelo de series temporales llamado PIRFICT (Predefined Impulse Response Function In Continuous Time) (Von Asmuth, 2001) para conocer la dinámica del nivel freático, asociada a agroecosistemas agrícolas y su correlación con las precipitación y evapotranspiración.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### -Área de Estudio

El partido de General Villegas está ubicado en el noroeste de la provincia de Buenos Aires, entre los 34° 30' y 35° 40' de latitud sur y los 62° 40' y 63° 30' de longitud oeste. Esta región tiene características climáticas, edáficas, hidrológicas, productivas y socioeconómicas representativas de la Pampa húmeda y subhúmeda Argentina.

#### -Calibración del Modelo PIRFICT

Se confeccionaron 22 series temporales de datos de nivel freático a partir de freatómetros distribuidos en establecimientos rurales, abarcaron un período de 15 años (entre 2000-2014). Se anexaron datos climáticos como registros de precipitaciones y evapotranspiración para el mismo periodo.

PIRFICT modela la dinámica temporal del agua subsuperficial combinando una variedad de funciones para visualizar, analizar y modelar series temporales hidrogeológicas y climáticas. En el modelo PIRFICT, un pulso de bloque de la entrada se transforma en una serie de salida mediante una función de transferencia de tiempo continuo. Los resultados son una serie pronosticada de la profundidad del nivel freático, en el tiempo, con coeficientes que no dependen de la frecuencia de observación.

Hay muchos tipos de tensiones que pueden afectar la profundidad del nivel freático, Von Asmuth et al. (2008) distinguieron varios factores, tales como: la precipita-

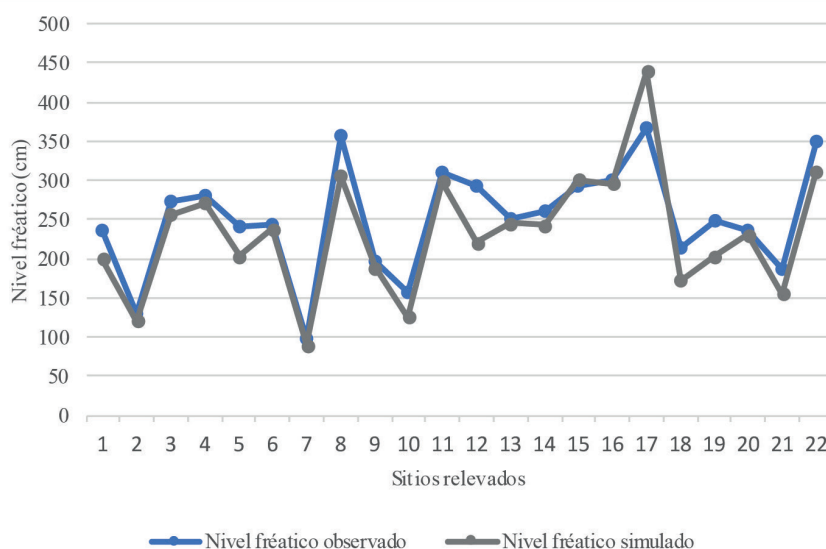
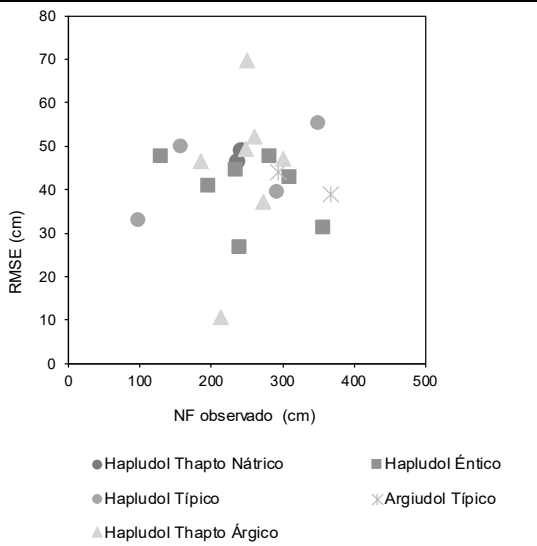
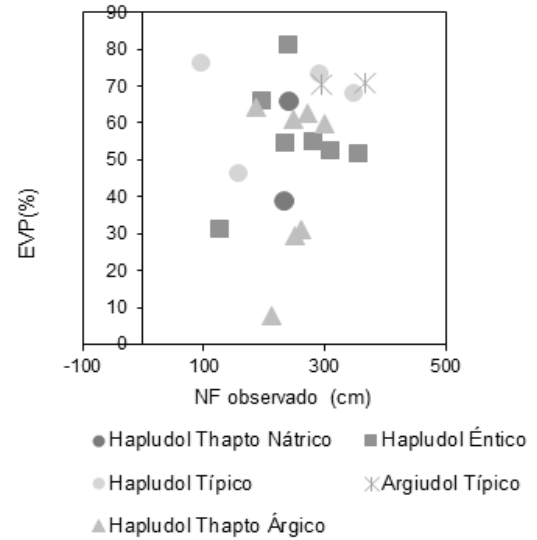


Figura1. Evolución del nivel freático observado y simulado en General Villegas.



**Figura 2.** Resultados de la simulación en PIRFICT (RMSE, cm) según nivel freático y tipos de suelos.



**Figura 3.** Resultados de la simulación en PIRFICT (EVP, %) según nivel freático y tipos de suelos.

ción, la evapotranspiración, la extracción (o inyección) de agua subterránea, niveles de agua superficial, presión barométrica e intervenciones hidrológicas. En este estudio, se atribuye a las tensiones de precipitación y evapotranspiración, modeladas como función de transferencia-ruido por el modelo PIRFICT.

La capacidad predictiva del modelo se evaluó con la raíz del error medio cuadrático (RMSE) y el porcentaje de la varianza explicada (EVP).

**RESULTADOS**

Los valores de nivel freático oscilaron entre 60 y 506 cm con una profundidad media de 251 cm ( $\pm 70$  cm) (Figura 1). Los resultados de la calibración del modelo mostraron un ajuste regular para la mayoría de las se-

ries de datos (RMSE ~ 47.3 cm; EVP ~ 55.3%) (Figura 2 y 3) Los mejores ajustes fueron alcanzados en suelos Argiudoles y Hapludoles típicos (RMSE ~ 36.5 cm; EVP ~ 74.5%). Por el contrario, los menores ajustes fueron obtenidos en suelos Hapludoles thapto argícos y nátricos (RMSE ~ 52.3 cm; EVP ~ 48.5%).

**CONCLUSIONES**

Las conclusiones preliminares fueron que el modelo PIRFICT puede ser una herramienta apropiada para aplicar a situaciones de suelo sin restricciones de profundidad y en un rango de nivel freático entre 60 a 500 cm para el partido de General Villegas. Estas herramientas e información son claves para la gestión de los recursos hídricos subterráneos en los ecosistemas de llanura.

\*El presente trabajo fue presentado en el XXVII Congreso Nacional del Agua (CONAGUA), 28 al 30 de agosto de 2023, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Jobbágy, E. G., and Jackson, R. B. 2004. "Groundwater use and salinization with grassland afforestation." *Global Change Biology*, in press.
- Noretto, M.D., E.G. Jobbágy, R.B. Jackson, y G.A. Sznaider. 2009. Reciprocal influence of crops and shallow ground water in sandy landscapes of the Inland Pampas. *Field Crop Research* 113: 138–148. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.04.016.
- Von Asmuth JR, Bierkens MFP, Maas C (2002) Transfer function noise modelling in continuous time using predefined impulse response functions. *Water Resour Res* 38: 23.

# EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN Y OFERTA FORRAJERA DE DIFERENTES MEZCLAS DE PASTURAS EN EL NOROESTE BONAERENSE

Emilia Lopez Seco<sup>1</sup>; Demateis Llera, Federico<sup>2</sup>; Marina Maekawa<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>AER INTA Lincoln, <sup>2</sup>AER INTA Trenque Lauquen  
lopezseco.emilia@inta.gob.ar

## Palabras clave:

alfalfa, polifítica, festuca, productividad.

## INTRODUCCIÓN

La optimización de los sistemas de producción ganadera se convierte en una tarea de vital importancia. La pastura, como fuente fundamental de alimento para el ganado, desempeña un papel crucial en este escenario. Sin embargo, la variabilidad en la calidad y cantidad de forraje disponible a lo largo del año puede presentar desafíos significativos para los productores y tener un impacto directo en la producción del animal, la rentabilidad de la explotación y la conservación de los recursos naturales. La composición de las mezclas de pasturas utilizadas en la alimentación del ganado es un factor determinante en la productividad y la resiliencia del sistema ganadero. Diferentes especies de plantas forrajeras tienen tasas de crecimiento, requerimientos hídricos y nutricionales variados, lo que afecta la disponibilidad de alimento a lo largo de las estaciones. La combinación adecuada de estas especies en las mezclas de pasturas puede mejorar la calidad nutricional del forraje, aumentar la productividad y extender la duración del período de alimentación. Sin embargo, en la región escasean las evaluaciones a campo de la oferta forrajera de diferentes especies.

Además de la producción de las pasturas, es esencial considerar la distribución temporal de la producción forrajera a lo largo del año. Existen diferencias en las variaciones estacionales entre los partidos de Trenque Lauquen y Lincoln, con diferencias de las condiciones climáticas, como la precipitación y la temperatura, factores que influyen directamente en el crecimiento y la regeneración de las plantas forrajeras. Por esta razón, se estableció el objetivo de evaluar la productividad forrajera de diferentes mezclas su distribución en el tiempo

en campos de productores de los partidos de Lincoln y Trenque Lauquen.

## METODOLOGÍA

En el mes de marzo de 2021 se muestrearon y sembraron los lotes de productores en los partidos de Lincoln y Trenque Lauquen seleccionados para el establecimiento del ensayo. Las mezclas escogidas son detalladas en la tabla 1.

El ensayo se realizó en microparcels, de 6 metros de largo y 1,5 metros de ancho, con 4 bloques distribuidos al azar. En la localidad de Lincoln el análisis de suelo mostró niveles de fósforo de 23 ppm, materia orgánica de 3%, pH de 5,5, Arcilla 22%, Limo 26% y arena 52%. En Trenque Lauquen, los análisis de suelo mostraron niveles de fósforo de 9,76 ppm; M.O. de 2,3 %, pH 5,64 y CE de 596uS/cm. Las mediciones de producción de materia seca se realizaron con aros de corte y luego de tomada la muestra se realizó un corte de la totalidad de la parcela con segadora de arrastre manual. Se determinó de cada muestra el contenido de materia seca a través de secado con estufa.

Los cortes se realizaron cada 500-650 grados días acumulados dependiendo la época del año. El presente estudio siguió un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, y se procedió a realizar un análisis de varianza para evaluar los rendimientos de las diferentes mezclas. Las comparaciones entre las medias se llevaron a cabo mediante el test DGC (InfoStat, 2020), empleando un nivel de significancia del 5%.

**Tabla 1.** Composición de las pasturas de los tratamientos escogidos y densidad de siembra

Tratamiento	Composición	Kg semilla/ha
1	Alfalfa pura grupo 6	12 kg/ha
2	Alfalfa pura grupo 9	12 kg/ha
3	Festuca mediterránea + alfalfa pura grupo 6	Alfalfa: 12 kg/ha Festuca mediterránea: 7 kg/ha
4	Festuca continental + alfalfa pura grupo 9	Alfalfa: 12 kg/ha Festuca continental: 7 kg/ha
5	Pastura polifítica alfalfa grupo 6+trébol rojo+trébol blanco+festuca mediterránea+lotus corniculatus+pasto oville	Alfalfa grupo 6: 6kg/ha Trébol rojo: 3 kg/ha Trébol blanco: 0,5 kg/ha Festuca mediterránea: 4 kg/ha Lotus corniculatus: 3 kg/ha Pasto oville: 3 kg/ha

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

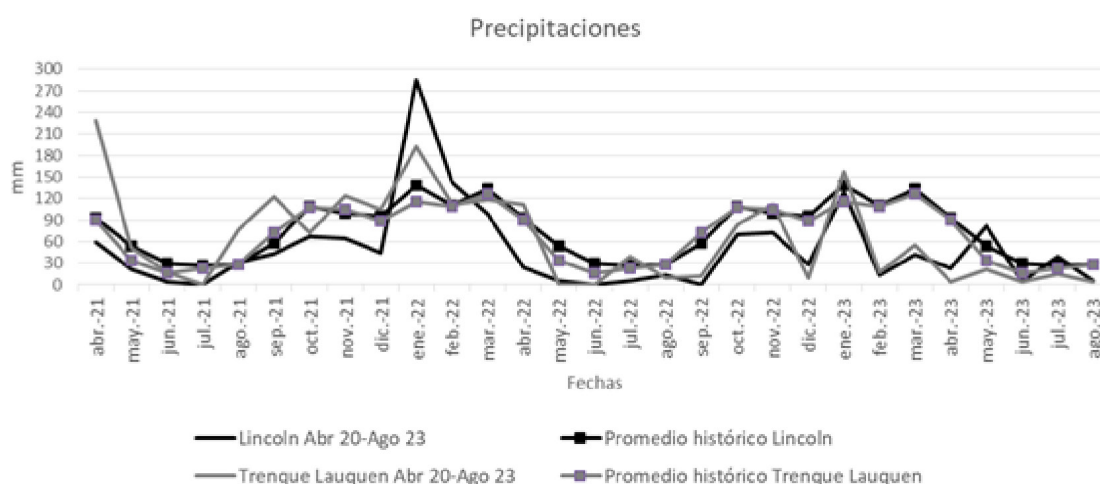
Para el partido de Lincoln, las precipitaciones anuales desde el momento de implantación (Abril 2020) resultaron un 43% menores a los registros históricos (591,7 vs 338 mm). Durante el año 2021, se encontraron un 46% por debajo del promedio histórico (972,9 mm vs 523,2 mm); y durante el 2022, la diferencia disminuyó, encontrándose un 23% por debajo del promedio histórico (972,9 mm vs 744,6 mm).

Durante el año 2023, contabilizando las precipitaciones hasta agosto de 2023, las precipitaciones se encontraron un 45% por debajo del promedio histórico (612,3 mm vs 337 mm) (Figura 1).

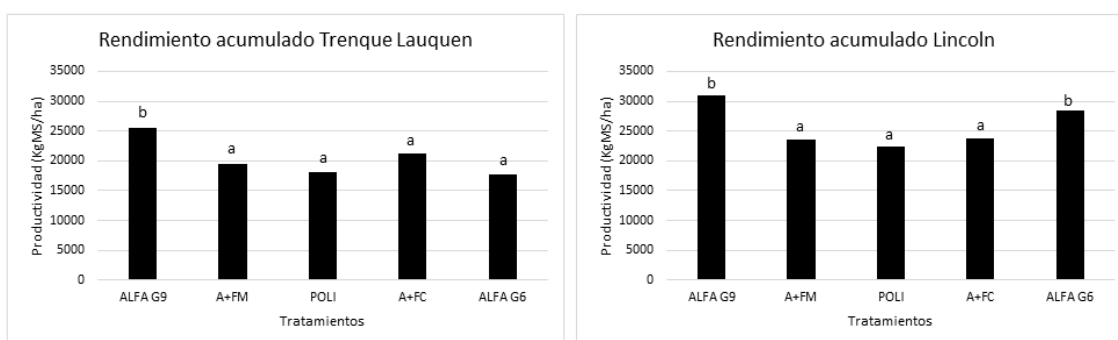
Los resultados obtenidos a lo largo del período de estudio revelaron diferencias significativas entre la producción de algunos de los tratamientos utilizados. En la localidad de Lincoln, la productividad acumulada desde la siembra mostró que la alfalfa grupo 9 y la alfalfa grupo 6 superaron a las mezclas de alfalfa con festuca y a la pastura polifítica.

En la localidad de Trenque Lauquen, los resultados mostraron que los cortes acumulados de la alfalfa grupo 9 mostraron diferencias significativas ( $p$ -valor $<0,05$ ) (Figura 2) con respecto a las demás mezclas, con un promedio de 25.534 kgMS.ha<sup>-1</sup> (tabla 2). En Lincoln, la alfalfa grupo 9 mostró un promedio acumulado de 33.479 kg.ha<sup>-1</sup> y la alfalfa grupo 6 30.907 kg.ha<sup>-1</sup>. Por su parte, la pastura polifítica y las mezclas de alfalfa y festuca no mostraron diferencias entre ellas, con un valor promedio total de 22.778 kg.ha<sup>-1</sup> (pastura polifítica), 24.463 kg.ha<sup>-1</sup> (alfalfa + festuca mediterránea) y 24546 kg.ha<sup>-1</sup> (alfalfa + festuca continental).

Evaluaciones llevadas a cabo en la EEA INTA General Villegas (Sardiña et al. 2020), en un ensayo sembrado en abril de 2019, mostraron resultados similares a la localidad de Lincoln, en donde en el primer año de producción no se vieron diferencias de productividad entre la alfalfa grupo alto e intermedio. Sin embargo, en contraposición, Sardiña y otros observaron que la producción total entre alfalfas puras y consociadas no mostraron diferencias significativas en disponibilidad de forraje.



**Figura 1.** Precipitaciones históricas y precipitaciones registradas durante el ciclo del ensayo en el partido de Lincoln y Trenque Lauquen.



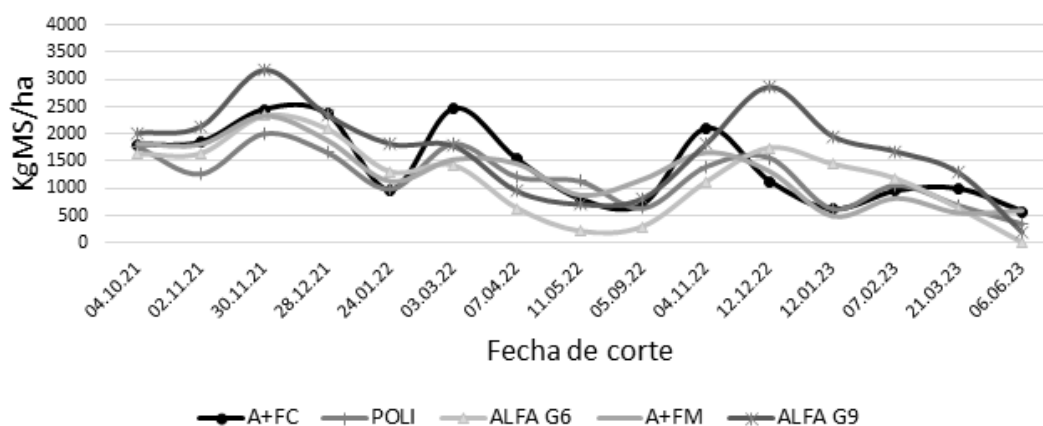
**Figura 2.** Producción de materia seca en kg/ha en las localidades de Trenque Lauquen y Lincoln para los 5 tratamientos evaluados: Pastura polifítica (POLI); alfalfa grupo 6 + festuca mediterránea (A + FM); alfalfa grupo 6 + festuca continental (A+FC); Alfalfa grupo 6 (Alfa G 6); Alfalfa grupo 9 (Alfa G9).

**Tabla 2.** Producción de materia seca acumulada durante el período: primer año de producción, segundo año de producción y rendimiento acumulado (kg MS ha<sup>-1</sup>) para cada tratamiento en las localidades de Trenque Lauquen y Lincoln.

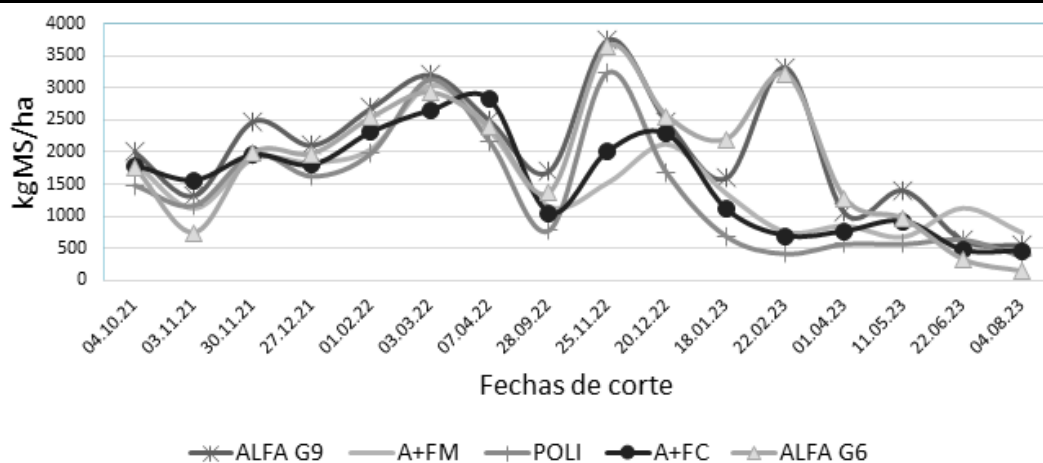
Rendimiento anual y acumulado localidad de Trenque Lauquen			
Material	1° Año evaluación	2° año evaluación	Rendimiento acumulado
ALFA G9	14923 b	10610 a	25534 b
A+FM	12806 a	6591 a	19397 a
POLI	11821 a	6322 a	18143 a
A+FC	14212 b	7044 a	21256 a
ALFA G6	11270 a	6413 a	17682 a
EE	611	1295	1633

Rendimiento anual y acumulado localidad de Lincoln			
Material	1° Año evaluación	2° año evaluación	Rendimiento acumulado
ALFA G9	16298 a	14740 b	31038 b
A+FM	14098 a	9545 a	23643 a
POLI	13530 a	8940 a	22470 a
A+FC	14901 a	8827 a	23726 a
ALFA G6	14286 a	14080 b	28366 b
EE	684	1208	1670

\*ALFA 69: Alfalfa grupo 9; A+FM: Alfalfa + festuca mediterránea; POLI: pastura polifítica; A+FC: Alfalfa + festuca continental; ALFA 6: Alfalfa grupo 6; EE: Error estándar



**Figura 3.** Disponibilidad de materia seca por fecha de corte de los tratamientos analizados en la localidad de Trenque Lauquen.



**Figura 4.** Disponibilidad de materia seca por fecha de corte de los tratamientos analizados en la localidad de Lincoln

## CONCLUSIONES

En las condiciones del presente estudio, la mayor producción de materia seca total fue aportada por la alfalfa grupo 9 en las dos localidades, no diferenciándose este tratamiento del de alfalfa grupo 6, en la localidad de Lincoln. Por su parte, los distintos tratamientos no tuvieron grandes diferencias en producción durante los meses de invierno.

Estos hallazgos sugieren que la selección de la alfalfa grupo 9 en sistemas de pasturas puede ser una estrategia efectiva para mejorar el rendimiento en la producción

ganadera. Sin embargo, se recomienda realizar investigaciones adicionales para comprender mejor los mecanismos subyacentes a estas diferencias y su aplicabilidad en diferentes contextos agropecuarios.

## BIBLIOGRAFÍA

- Sardiña, C.; Diez, M. Producción y persistencia del primer año en pasturas de alfalfa y festuca con diferente estacionalidad. Memoria técnica INTA General Villegas 2020-2021.

## HILANDO ESTAMOS, TALLER DE ARTE TEXTIL

Vicondo, Elisa (AER INTA Lincoln), Rivero, Aldana (ISFDyT N°14), Panigazzi, Agustina (ISFDyT N° 14)  
[vicondo.elisa@inta.gob.ar](mailto:vicondo.elisa@inta.gob.ar)

### Palabras clave:

hilado, arte textil, economía local, lana

## INTRODUCCIÓN

El Partido de Lincoln cuenta con una larga trayectoria relacionada al trabajo de hilado en diferentes localidades. Una de estas experiencias data del año 2021, en la escuela de hilado de estancia Las Lilas, en la localidad de Pasteur. También en El Triunfo existió un espacio para este arte textil en el Hogar Agrícola.

En Lincoln, desde la década del 90, un grupo de mujeres hilanderas ha trabajado en diferentes técnicas vinculadas con el hilado artesanal de lana, conformando en su momento una cooperativa de trabajo.

Además, desde el año 2022, la Agencia de Extensión Rural INTA Lincoln, comenzó a vincularse con un programa de capacitaciones, a través del programa Pro-Lana, perteneciente al Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires. La formación estuvo a cargo del técnico Andrés Gardella y se realizó en las localidades de Lincoln y General Pinto. El temario abordó información sobre fibras, descarte, factor de picazón y cardado; hilado y lavado de lana; teñido, técnicas naturales. En ambos encuentros participaron una gran cantidad de asistentes que manifestaron deseos de continuar el aprendizaje de esta disciplina.

Es de destacar que esta práctica cultural ha significado en nuestro territorio no sólo una salida laboral para personas con realidades sociales diversas, sino que al mismo tiempo permitió un espacio de encuentro, intercambio de saberes y experiencias, que van más allá de lo productivo.

## OBJETIVO GENERAL

Contribuir al fortalecimiento de un espacio de producción artesanal de la lana hilada, conformada por personas del territorio del partido de Lincoln, que hacen uso de la materia prima disponible en la región. Además, rescatar

el valor cultural, simbólico, identitario de esta técnica ancestral, conjuntamente con el valor productivo que genera ese proceso.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- \* Fortalecer y dar continuidad al grupo de hilanderas/os existente hasta el momento.
- \* Generar espacios de encuentros presenciales y virtuales para la capacitación, el trabajo en red, y el intercambio de saberes en relación al hilado y teñido de la lana de manera artesanal.
- \* Profundizar habilidades en técnicas para lograr una lana hilada de calidad (grosor uniforme, sin exceso de torsión y un buen lavado) que pueda destinarse a diferentes usos, y que sirva como materia prima para los/as tejedores/as del grupo.
- \* Llevar a cabo intercambios con otras redes de personas que trabajan en el hilado de lana dentro de la región.
- \* Articular trabajo con instituciones educativas, formales, no formales y culturales.
- \* Potenciar los saberes adquiridos para que los/as participantes logren convertirse en futuros/as capacitadores/as en sus lugares de residencia.
- \* Desarrollar capacitaciones en: cooperativismo, género y diversidad; salud comunitaria; administración contable; comunicación y vinculación con otros lenguajes artísticos.

## EXPERIENCIA

A través de la capacitación recibida, a fines del año 2022, "Hilado de lana y arte textil artesanal", a cargo del técnico Andrés Gardella, en el marco de la Ley Ovina Nacional 25.422, se generó un grupo de WhatsApp para seguir la vinculación con las personas que asisten al taller.



En el transcurso del año 2023 se lograron comprar 9 máquinas de hilado, gracias al aporte de un privado, y contactar a la docente Graciela Albarracín para pensar, junto a la Municipalidad de Lincoln y referentes del INTA local, estrategias para comenzar el taller de arte textil en Lincoln y en la localidad de El Triunfo.

Dado que contábamos con el grupo de personas interesadas en la temática, la capacitadora, el espacio y las herramientas de trabajo (máquinas de hilar y lana) se comenzó el taller en el mes de abril. Con la Municipalidad de Lincoln se gestionó el traslado de la docente al Hogar Agrícola de El Triunfo para replicar esta actividad. En este proceso de construcción del grupo de hilanderas/os, ha sido fundamental el rol de las estudiantes de la Tecnicatura de Trabajo Social pertenecientes al ISFDyT N°14 de Lincoln. Las prácticas profesionalizantes, realizadas desde mayo a noviembre, contribuyeron a fortalecer el grupo, buscar el sentido de pertenencia, indagar sobre la historia de este arte textil, concientizar sobre cuestiones de género, cooperativismo, diversidad, entre otros temas.

En la actualidad, el taller “Hilando Estamos” se sigue desarrollando en encuentros semanales en el salón principal de la Agencia de Extensión Rural de Lincoln.

Se destacan los vínculos con otras instituciones que ha permitido esta actividad:

- EEES N° 1: Teniendo presente que la finalidad de la formación del técnico/a secundario de estas instituciones es la adquisición de capacidades profesionales de calidad, con una sólida formación general y una formación técnica específica que trascienda el ámbito educativo y lo/a vincule con el sistema socio productivo local, se pudo articular la fabricación de máquinas de hilar a través de la materia “Procedimientos técnicos” para el próximo año.
- HOGAR DE DÍA “PRÍNCIPE DI NÁPOLI”: Dicha institución municipal tiene como fin vincularse con una gran cantidad de adultos mayores a través de diversas propuestas culturales, de atención a la salud, recreativas, etc. El taller de hilado permite, desde la oralidad, rescatar experiencias de vida de los adultos mayores relacionados con oficios, casi olvidados, como los esquiladores y las hilanderas.
- CENS: Los Centros Educativos de Nivel Secundario son instituciones destinadas a acompañar y otorgar el espacio propicio para que jóvenes, adultos y adultos mayores, alcancen la terminalidad de sus estudios secundarios, a través de una propuesta educativa que promueva un espacio social y cultural dentro de la comunidad en la cual están insertos, y atendiendo a los derechos sociales de aquellos y aquellas que lo transiten. A través de la profesora del taller de Agroecología de 3° año de Ciencias Naturales, Salud y Ambiente se pudo articular una visita del grupo de hilanderas a dicha institución. El encuentro permitió dar a conocer esta técnica textil artesanal, revalorizar una profesión como la de ser hilander/a,

analizar el impacto económico que tiene en la economía local esta práctica y acercar a las manos de los/as estudiantes la posibilidad de hilar y conocer los secretos de la lana.

- FERIA ENCUESTRO VERDE: El espacio de comercialización que cuenta con el apoyo del PRO-HUERTA local realiza de forma quincenal su feria en la Plaza Rivadavia de la ciudad de Lincoln. Con motivo del festejo de su 6° aniversario, el taller de hilado “Hilando Estamos” fue invitado a mostrar sus producciones en un puesto. Dicha actividad permitió mostrar a un público diverso las máquinas de hilar, trabajos terminados como madejas de lana, teñidos artesanales y prendas tejidas. Además, muchos concurrentes pudieron hilar en el momento y conocer los horarios del taller.

- CPA: El Centro Provincial de Atención de Salud Mental y Consumos Problemáticos realiza diversas actividades de extensión a través de talleres y otras propuestas para la población a quién está dirigido. Dado que se piensa la salud mental desde un entramado con otros actores sociales, el taller “Hilando Estamos” permite ser un eslabón más para que el tratamiento de los pacientes que concurren sea efectivo en el tiempo.

## REFLEXIÓN

En los pocos meses de actividad del taller “Hilando Estamos” se destacan la conformación del grupo y la búsqueda de identidad del mismo. Contar con un conjunto diverso en edades, profesiones y experiencias de vida contribuye al enriquecimiento del taller.

Articular con diversas instituciones del medio permite ampliar el horizonte y encontrar diversos aliados. Salir del espacio del taller y llevarlo a instituciones escolares, centros culturales y sociales genera, en el grupo, un mayor sentido de pertenencia y el deseo de invitar a más personas a ser parte del mismo.

Queda aún mucho camino por recorrer. El objetivo es claro: lograr una cooperativa de hilanderas/os. Sin duda que se tendrán que superar muchos obstáculos y reformulaciones del proyecto, pero bien vale la pena seguir avanzando en el mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Montenegro, O. D. y Ayusa, C. V. (2022). Mujeres tejedoras de Las Vicuñitas. Caso Rinconada. Investigaciones, Ensayos y Experiencias, V (5), 201–209. Disponible en: <https://ies7juj.infed.edu.ar/sitio/publicaciones/>
- Registro Nacional de Artesanos Textiles de la República Argentina (ReNATRA) (mayo, 2016). Mapa Cultural y Productivo del Textil Artesanal Nacional
- Requejo, Lucía. (2023) Las hilanderas del centro-oeste. En: Página 12. Disponible en: <https://www.pagina12.com.ar/566181-las-hilanderas-del-centro-oeste>

# EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN TAMBOS DE LA CUENCA OESTE BONAERENSE: EVALUACIÓN DE AGTECH

Emilia López Seco<sup>1</sup> y Marina Maekawa<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>EEA INTA Lincoln <sup>2</sup>AER INTA Trenque Lauquen  
lopezseo.emilia@inta.gob.ar

**Palabras clave:**  
lechería, mitigación, adaptación.

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático ha tenido un gran impacto en los sistemas humanos y naturales (IPCC, 2014). Resulta esencial evaluar las prácticas que aporten a la adaptación y mitigación al cambio climático en los sistemas productivos. El objetivo del siguiente trabajo fue estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de cinco establecimientos representativos del grado de intensificación de la cuenca Oeste Bonaerense; y evaluar las prácticas relacionadas a mitigación, adaptación, secuestro de carbono a través de forestaciones y calidad de leche a través de la AgTech “Lecheck”.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la cuenca Oeste de Buenos Aires. Se escogieron cinco sistemas productivos pastoriles con suplementación, con similares variables de intensificación: consumo de concentrado, consumo de materia seca, carga animal, producción por hectárea, porcentaje de vacas en ordeño y litros por vaca por día.

Las emisiones de GEI fueron calculadas según el perfeccionamiento de 2019 de las Directrices del IPCC para inventarios nacionales de GEI (Tier 2), empleando una planilla Excel construida para este objetivo, y fueron expresadas en CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>eq) por unidad de área (Huella de Carbono por hectárea (HCA, en kgCO<sub>2</sub>eq.ha-1)) o por unidad de producto (Huella de Carbono por kg de leche corregida por grasa y proteína, HCP, en kgCO<sub>2</sub>eq.kgLCGP-1) (International Dairy Federation 2010). El potencial de calentamiento global utilizado fue AR6 GWP100 (CH<sub>4</sub>=27; N<sub>2</sub>O=273) CO<sub>2</sub>eq.

Se contabilizaron las emisiones directas e indirectas del sistema productivo, considerando las emisiones entéricas, producción de alimentos, aplicación de fertilizantes, utilización de combustibles, manejo y deposición de estiércol y purines.

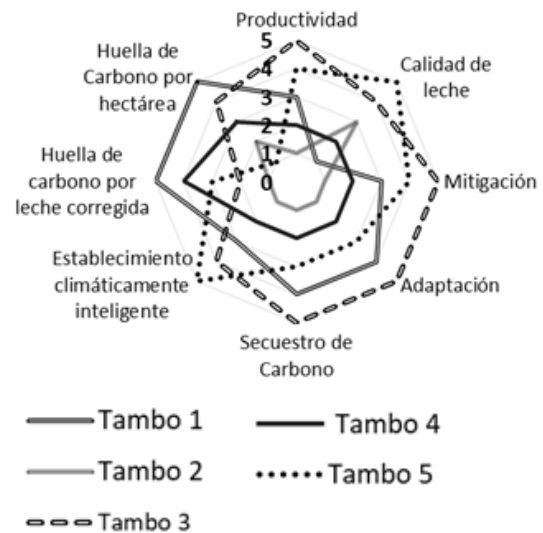
Al mismo tiempo se analizaron los establecimientos a través de la herramienta “Lecheck” (Aimar et al. 2022) que plantea la implementación de las Buenas Prácticas como estrategia tendiente a acercar los modelos productivos al concepto de “Establecimientos Lecheros Climáticamente Inteligentes” (ELCI). La herramienta está organizada en nueve áreas: Ambiente, Gestión socioeconómica, Pasturas y Cultivos, Inclemencias climáticas, Alimentación, Ordeño e higiene, Bienestar Animal, Reproducción y Salud Animal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La HCA de cada sistema estuvo en el rango de 5476 a 7983 kgCO<sub>2</sub>eq.ha<sup>-1</sup> y la HCP entre 0,89 – 1,18 kgCO<sub>2</sub>eq.kgLCGP<sup>-1</sup> (Tabla 1). Lecheck mostró en todos los establecimientos aspectos a mejorar en las áreas Alimentación, Ambiente, Gestión Socioeconómica, protección contra Inclemencias Climáticas y manejo de Pasturas y Cultivos. Cuatro de los cinco sistemas mostraron necesidad de mejoras en Bienestar Animal, Ordeño e Higiene y Reproducción Animal. Coincidiendo con lo planteado por Litwin (2016) la mayor cantidad de aspectos a mejorar se encontró en el área Ambiente (Tabla 1).

El área Reproducción fue el que requirió menores acciones de mejora.

Los establecimientos de menores emisiones de GEI, tanto por hectárea como por unidad de producto, no mostraron necesariamente los mejores valores en las áreas de Buenas Prácticas evaluadas con la AgTech, lo que destaca la importancia de la estimación de huellas y la evaluación de buenas prácticas para lograr la mayor eficiencia de los sistemas productivos (Figura 1).



**Figura 1.** Categorización de los establecimientos evaluados respecto de su productividad, calidad de producto, nivel de implementación de Buenas Prácticas de manejo y Huella de Carbono. Los niveles de 0 a 5 indican mejor (5) o peor (0) estado en cada categoría comparativamente entre establecimientos.

**Tabla 1.** Resumen de los indicadores productivos, intensidad de emisión de GEI calculada, y áreas de Buenas Prácticas evaluadas de los cinco establecimientos

Tam bo	KgConc.h a <sup>-1</sup>	CMS.VO. d <sup>-1</sup>	VT.haV T <sup>-1</sup>	LCGP.h a <sup>-1</sup>	%V O	L.VO. d <sup>-1</sup>	HC P	HC A	% de aspectos a mejorar por área							
									A m	G E	Py C	I C	A	O H	B A	R
1	5,08	17,31	0,96	6432	83	22,5	0,8	547	52	2	23	1	1	1	7	1
2	3,46	19,20	0,89	7042	85	25,0	1,1	781	68	2	29	5	1	1	2	3
3	3,16	15,12	1,00	5174	77	17,3	1,1	599	48	1	6	4	1	1	2	0
4	3,96	13,92	1,44	6939	79	17,5	1,0	604	60	3	23	4	3	1	2	4
5	1,26	16,75	1,10	6957	87	20,3	1,0	798	32	6	12	2	1	0	0	2
							8	3				9	5			0

KgConc.ha<sup>-1</sup>=kg de concentrado por hectárea; CMS.VO.d<sup>-1</sup>: Consumo de materia seca por vaca ordeñe día; VT.haVT<sup>-1</sup>=Vaca total por hectárea; LCGP.ha<sup>-1</sup>=Leche corregida por grasa y proteína por hectárea; %VO=porcentaje vaca ordeñe; L.VO.d<sup>-1</sup>= litro vaca ordeñe día; HCP= Huella de Carbono por unidad de producto, en kgCO<sub>2</sub>eq por kgLCGP; HCA= Huella de Carbono por unidad de área, en kgCO<sub>2</sub>eq por hectárea. Am=Ambienta; GE=Gestión Socioeconómica ; PyC =Pasturas y cultivos IC=Inclencias climáticas; A=;OH=Ordeño e higiene; A=Bienestar Animal; R=Reproducción

## CONCLUSIONES

La herramienta Lecheck resultó de utilidad para observar y priorizar, de una manera rápida y sencilla, los aspectos a mejorar por área dentro de cada predio, en donde el Ambiente continúa siendo un área fundamental en los sistemas evaluados. Sin embargo, es importante contabilizar las emisiones de GEI dentro de cada sistema para implementar las mejores prácticas que tiendan a mejorar la productividad como así también disminuir las emisiones totales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aimar, V., et al. (2022). Congreso Lat. Agri. Pres. CLAP 2. IDF (2010). Bull. 445, 1-40.Int. Dairy Fed. Brusellas. 46 p. PCC. (2019). Refinement to the 2006 IPCC. Cap. 10 y 11.
- Litwin, G., et al. (2016). 47° Asoc. Arg. de Econ. Agr., 24p.

# EVALUACIÓN DE PRODUCTIVIDAD EN PASTURAS MEZCLA DE ESPECIES

Graciela Varillas<sup>1</sup>; Guillermo Salvetti<sup>3</sup>; Federico Demateis Llera<sup>1</sup>; Emilia Lopez Seco<sup>2</sup>

<sup>1</sup>AER INTA Trenque Lauquen; <sup>2</sup>AER INTA Lincoln

<sup>3</sup>Asesor Privado

varillas.graciela@inta.gob.ar

**Palabras clave:**

variedades, producción, pasturas mezclas.

## INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es la principal especie forrajera del país y la base de la producción de carne y leche en la Región Pampeana. La difusión del cultivo se apoya en sus altos rendimientos de materia seca por hectárea (MS ha<sup>-1</sup>), su excelente calidad forrajera y su gran adaptabilidad a diversas condiciones ambientales (suelo, clima y manejo). Por otro lado, su capacidad para la fijación del nitrógeno atmosférico a través de la simbiosis con *Sinorhizobium meliloti* la convierten también en un importante componente de la sustentabilidad de los sistemas productivos (Basigalup 2007). La pastura mixta (gramíneas y leguminosas) también es un recurso importante en la pampa húmeda, los argumentos que justifican el empleo de mezclas en lugar de especies puras consideran: mayor producción de forraje en ambientes con restricciones para las especies puras, distribución estacional más uniforme, menor variabilidad interanual, y menor riesgo de empaste. La elección de la composición de la mezcla a sembrar depende de varios factores, el principal es la aptitud del suelo que define en principio cuál o cuáles son las especies adecuadas para prosperar en él. Otros factores que también deben analizarse son el tipo de actividad ganadera (cría, invernada, ciclo completo o tambó), la presencia de malezas, homogeneidad del lote y manejo del pastoreo. (Scheneiter et al 2000).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de materia seca lograda bajo corte, de diferentes especies y variedades de pasturas leguminosas y gramíneas, puras

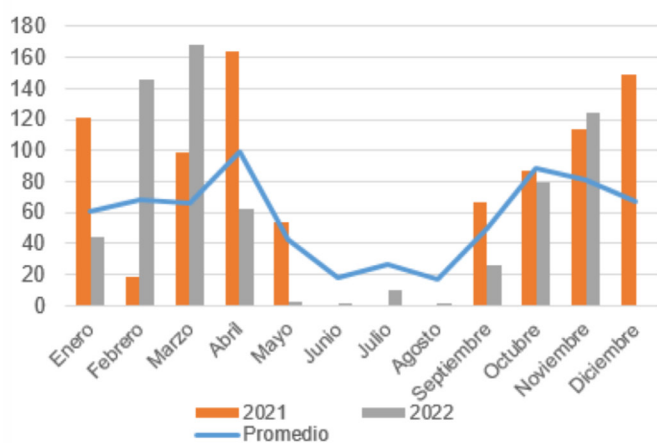
y en mezcla. Asimismo, información, difusión y generación de conocimiento en torno a la producción de estas pasturas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

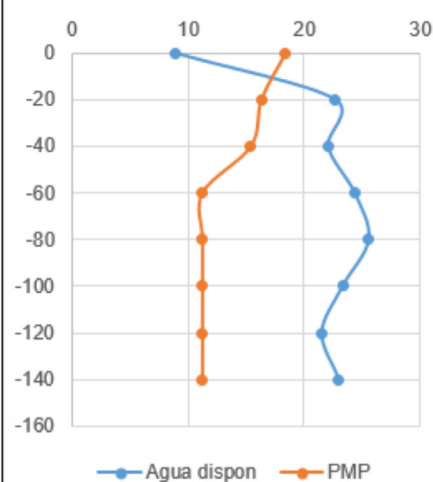
El ensayo se sembró en el establecimiento de un productor, ubicado en el partido de Salliqueló, el 16 de abril de 2021, sobre un suelo Hapludol éntico, Serie Epecuén (Epc8) (Geolnta), franco arenoso, cuya capacidad de uso es IIIsc. El cultivo antecesor fue trigo y se realizó una pasada de cincel previo a la siembra para romper la compactación subsuperficial por pisoteo. Se aplicaron 200 kg ha<sup>-1</sup> de super fosfato triple (0-46-0), previo a la siembra. La misma se realizó con una sembradora manual para ensayos de un surco.

Las unidades experimentales fueron parcelas de 10 surcos (0,175m entre surcos) por 6 m de largo (10,50 m<sup>2</sup>). Los tratamientos comprendían las siguientes mezclas: 1) alfalfa pura grupo 6 (AaG6) 12 kg ha<sup>-1</sup>, 2) alfalfa más festuca mediterránea (Aa+FM) 12 + 7 kg ha<sup>-1</sup>, 3) alfalfa más pasto ovillo (Aa+PO) 12 + 7 kg ha<sup>-1</sup>, 4) alfalfa + trébol rojo + trébol blanco + lotus corniculatus + pasto ovillo + festuca continental (Poli) 6 + 3 + 0,5 + 3 + 3 + 4 kg ha<sup>-1</sup> y 5), y festuca mediterránea más pasto ovillo (FM+PO) 7 + 6 kg ha<sup>-1</sup>.

Previo a la siembra del ensayo se tomaron muestras de suelo de 0-20 cm de profundidad y se determinó pH, fósforo disponible (P), materia orgánica (MO) y textura.



**Figura 1.** Precipitaciones mensuales promedio (mm) 2014- 2020, 2021 y 2022.



**Figura 2.** Agua disponible en el perfil (mm) (0 140 cm) al momento de la siembra.

**Tabla 1.** Análisis de suelo a la siembra

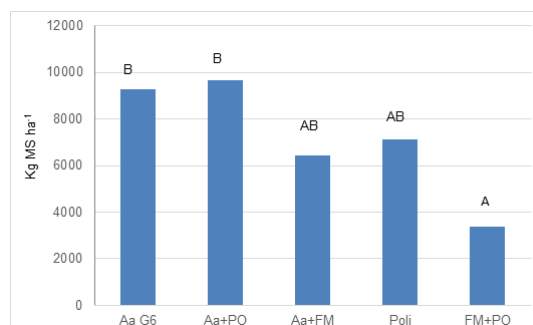
Profundidad	Fósforo (ppm)	Materia orgánica (%)	pH	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	IMO
0 - 20	31,90	2,00	6,10	8,00	21,00	71,00	6,70

También se midió la humedad gravimétrica a la siembra hasta los 2 m de profundidad, en capas de 20 cm. Se determinó el nivel de compactación mediante un penetrómetro. La producción de biomasa se midió en kilogramos de materia seca por ha (kg MS ha<sup>-1</sup>). Para ello se realizaron cortes de forraje: dos submuestras de 0,25 m<sup>2</sup> en cada tratamiento. El primer corte se realizó el 21 de octubre de 2021. Los siguientes cortes se realizaron cada vez que se alcanzó el volumen de forraje adecuado para pastorear, alrededor de 510 grados día acumulados GDA. El diseño del ensayo fue en bloques completamente aleatorizados con 4 repeticiones.

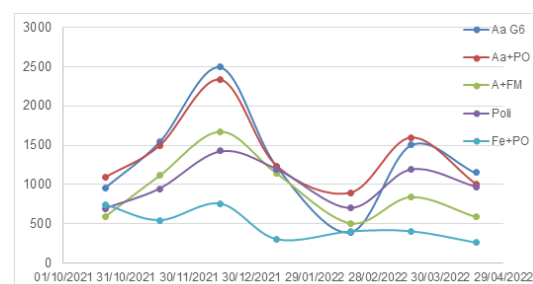
Los resultados se analizaron estadísticamente mediante análisis de la varianza (ANOVA) y se utilizó el test de Fisher para la comparación de medias (InfoStat 2020), con un nivel de significancia del 5%.

### ANÁLISIS Y RESULTADOS

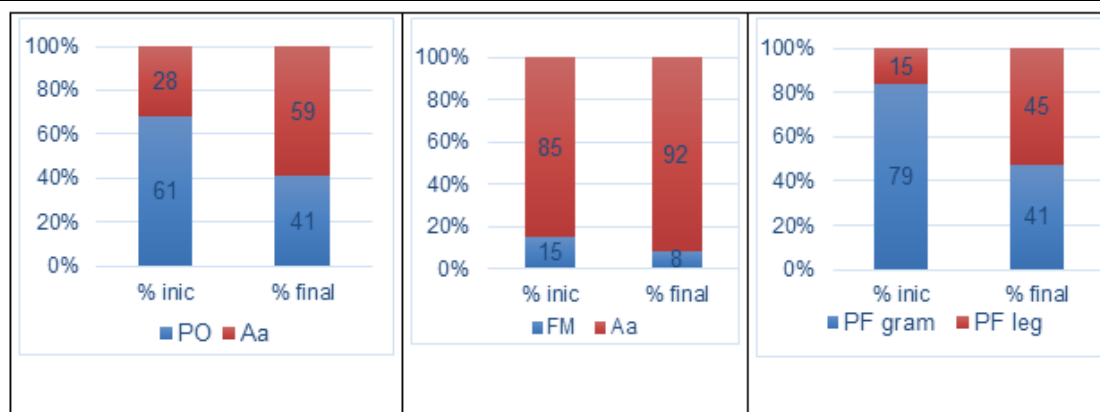
Las precipitaciones durante marzo y abril de 2021 permitieron realizar la siembra con buena humedad y, junto a las de abril, recargaron el perfil edáfico (Figura 2) para lograr una buena implantación de los materiales. Luego, las lluvias fueron prácticamente nulas hasta septiembre. Durante 2022 la situación fue similar, pero desde abril en adelante las precipitaciones fueron muy escasas e inferiores al promedio 2014 – 2020. Éstas sumaron 873 mm en 2021 y 665 mm en 2022 (Figura 1)



**Figura 3.** Producción de materia seca (MS) total en 7 cortes, de cada material (kg MS ha<sup>-1</sup>). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).



**Figura 4.** Distribución de la productividad de los materiales en kg MS ha<sup>-1</sup>



**Figura 5.** Composición porcentual de los tratamientos mezclas Aa+PO; Aa+FM y Poli: gramíneas (PF gram) y leguminosas (PF leg) al inicio y final del ensayo.

El análisis de suelo indica que el lote tiene buena aptitud para el desarrollo de los materiales. (Tabla 1) Durante el período de evaluación (16/04/2021-16/04/2022) se realizaron 7 cortes. La producción acumulada en este período mostró diferencias significativas ( $p = 0,006$ ) entre los tratamientos evaluados (figura 3),

observándose que las mezclas que incluyeron alfalfa o alfalfa pura (Aa+PO; Aa+FM; Poli y AaG6) no se diferenciaron significativamente entre si ( $p > 0,05$ ), alcanzando en promedio 8124 kg MS ha<sup>-1</sup>.

El tratamiento menos productivo fue Fe+PO (3393 kg MS ha<sup>-1</sup>), que a su vez no se diferenció significativamente de

**Tabla 2.** Tasa de crecimiento diario (kg MS día<sup>-1</sup>) de los materiales en cada corte

Kg MS día <sup>-1</sup>	2021			2022			
	21-oct	16-nov	15-dic	11-ene	15-feb	16-mar	16-abr
FM + PO		20,88	28,98	11,44	15,30	13,84	8,84
Aa +FM		42,81	64,45	43,84	19,44	28,93	20,19
Aa G6		59,39	96,01	47,28	15,14	51,78	39,64
Polifíticas		36,39	54,86	46,07	26,75	41,14	33,48
Aa +PO		57,07	89,82	47,44	34,38	55,06	34,73

Poli y Aa+FM. Se contrastan claramente los más productivos (Aa+PO y AaG6) versus Aa+FM como el tratamiento menos productivo.

La distribución de la producción a lo largo de ciclo evaluado se muestra en la figura 4. Se observa que el 65% producción de forraje fue en primavera – verano y el 35% en otoño- invierno para todos los materiales, a excepción de la Poli que fue de 59% – 41% mostrando una distribución más pareja de la oferta de forraje.

La composición de las mezclas se muestra en la Figura 5, donde se observa un aumento del porcentaje de alfalfa y leguminosas en la situación final, lo que podría ser consecuencia de la escasez de lluvias que pudo haber afectado más a las gramíneas que a las leguminosas.

Las tasas de crecimiento de las mezclas se exponen en la tabla 2. Las mismas muestran gran variabilidad entre sí en cada corte, pero el mayor porcentaje de éste fue aportado por la alfalfa, que fue la especie que predominó a lo largo del ensayo, como muestra la figura 5.

La consociación de alfalfa con gramíneas templadas (pasto ovillo o festuca) permitió obtener producciones de forraje del orden de los 10.000 Kg MS ha<sup>-1</sup> al año, superando a las producciones de las mezclas polifíticas. Las tasas de crecimiento (Tabla 2) presentaron un pico en primavera – verano (50-60 kg MS ha<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>) y una disminución durante la época invernal (20-30 kg MS ha<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>).

## CONCLUSIONES

La mayor producción de MS se logró con la alfalfa pura grupo 6 y la mezcla alfalfa más pasto ovillo.

La incorporación de mezcla Aa+PO en la cadena forrajera de los sistemas de invernada aporta una mejor distribución anual de la producción de forraje de calidad.

Se destaca que el agua disponible a la siembra (próxima a capacidad de campo) permitió lograr estas producciones a pesar de las escasas precipitaciones ocurridas en el período de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

● BASIGALUP, Daniel H. El cultivo de la alfalfa en Argentina. Ediciones INTA (Argentina), 2007. SARDIÑA,

Cecilia; DIEZ, Marianela; EEA INTA General Villegas. Producción y persistencia del primer año en pasturas de alfalfa y festuca con diferente estacionalidad. *MEMORIA TÉCNICA*, 2021, p. 62.

● SCHENEITER, Agr M. Sc Omar. Pasturas mixtas. Letras, 2000, vol. 105, no 11, p. 0.

# PROYECTOS APÍCOLAS EN ARTICULACIÓN CON INSTITUCIONES, PRODUCTORES Y ESTUDIANTES

Julián Solignac - AER PEHUAJO  
solignac.julian@inta.gob.ar

**Palabras clave:**  
capacitación en apicultura, jóvenes y género.

## INTRODUCCIÓN

### Situación actual y justificación.

En Argentina la apicultura está presente en casi todas las provincias, con aproximadamente el 70% de las colmenas en la región pampeana. En el Registro Nacional de Productores Apícolas (RENAPA) se visualizan unos 15 mil apicultores con alrededor de 3 millones de colmenas (<https://magyp.gob.ar/apicultura>). Los datos varían año a año y, según fuentes, aun así, es evidente que la actividad tiene impacto notable en las economías locales, se trate de ventas en mercado interno o externo. Se estima que el sector involucra a más de 100 mil personas, tanto en la producción primaria directamente (miel y otros productos), como también a quienes agregan valor, expenden insumos, hacen el transporte y la comercialización o realizan actividades afines y complementarias. Se deduce que muchas familias tienen a esta actividad como principal soporte económico, o éste les resulta relevante ([https://magyp.gob.ar/apicultura/mercado\\_mundial](https://magyp.gob.ar/apicultura/mercado_mundial)). Asimismo, la apicultura contribuye singularmente con la biodiversidad y la producción de alimentos a través de la polinización (<https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/cadenaanimal/abejas/produccion-primaria>).

En este contexto, el Programa Nacional Apícola del INTA se propone, entre otros objetivos, aportar a la sostenibilidad de la apicultura con producción de miel de calidad, con la mejora de la vitalidad y disminución de la mortalidad de abejas, con mejoras en el uso de información y tecnologías y una adecuada gestión del conocimiento. En esta búsqueda, una parte de la estrategia se basa en la articulación e integración interinstitucional con incorporación de diferentes sujetos sociales (PE-L01-I069).

Las actividades relacionadas a la apicultura que se vienen desarrollando en el territorio de la EEA Villegas durante los periodos 2022 y 2023, se describen aquí como experiencias del INTA en articulación con otros actores (tabla 1). Se detallan dos experiencias basadas en capacitaciones y talleres con encuentros presenciales y virtuales.

Por un lado, la propuesta denominada "Plan de profesionalización para apicultores argentinos", la cual se ofrece desde un campus virtual (Catedra Abierta) que vincula a investigadores, técnicos territoriales / extensionistas y apicultores.

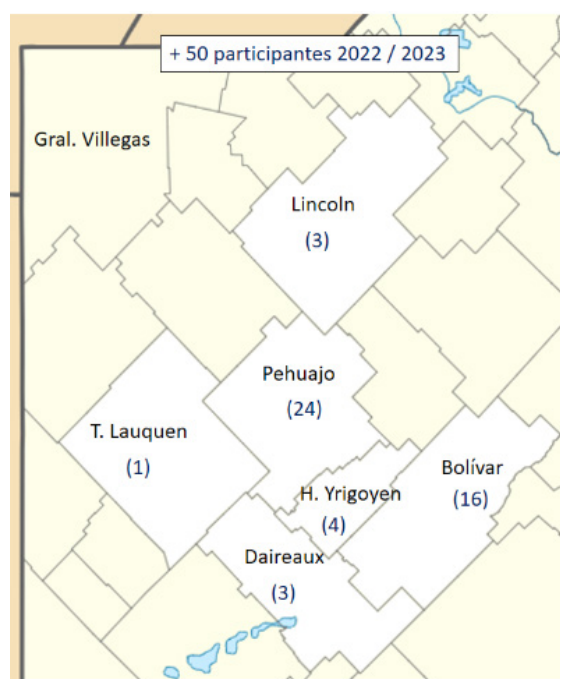
Y por el otro, el "Proyecto de impulso a jóvenes emprendedores", por cuyo intermedio se acompaña a estudiantes de una escuela agraria, otorgando un "capital semilla" junto con capacitaciones para que inicien sus emprendimientos apícolas o bien refuercen los ya iniciados.

En ambas actividades, el INTA y las otras instituciones tienen el rol de gestionar y acompañar las experiencias durante un año. En ciertos casos, las propuestas coexisten y se complementan. La tabla 1 y la figura 1 muestran la articulación a nivel territorial, involucrando a tres (3) AER y cinco (5) instituciones locales que suman más de 50 participantes entre los años 2022 / 23.

**Tabla 1:** Articulación e involucramiento de los actores territoriales en las actividades.

Actividad	AER involucrada	Articulación territorial	Partido / Zona	Participantes
Plan de Profesionalización	Bolívar	CEA (Centro de Educación Agraria)	Bolívar	Docente, extensionista, alumnos/as, apicultores/as de red de UDAs (Unidades Demostrativas Apícolas)
		Centro Apícola	Daireaux	Extensionista, apicultores, profesionales
	Pehuajó	CFP (Centros de Formación Profesional)	Pehuajó	Alumnos/as, docente, apicultores/as
			Hipólito Yrigoyen	Alumnos/as, docente, apicultores/as
Plan de Profesionalización + Proyecto Jóvenes	Lincoln		Lincoln	Apicultores, extensionistas
	Pehuajó	CEPT N° 14 Magdala	Pehuajó	Docentes - técnicos, alumnos/as y familias.

Coordinación zonal general desde oficina de Hipólito Yrigoyen, perteneciente a AER Pehuajó



**Figura 1.** Distribución territorial

## OBJETIVOS

- 1) Generar un espacio de profesionalización, actualización continua y asistencia técnica promoviendo la gestión del conocimiento.
- 2) Difundir experiencias e información de calidad adaptada a los diferentes territorios.
- 3) Apoyar la implementación de proyectos de desarrollo apícola.
- 4) Incluir a los jóvenes por su capacidad de innovación, de adaptación a los cambios y a la tecnología y a las mujeres y diversidades para que logren su autonomía económica.

## METODOLOGÍA

Encuentros a través de charlas y talleres virtuales (foto1) y presenciales en ámbitos interinstitucionales o espacios en común con prácticas in situ y a campo (fotos 2, 3 y 6), con interacción de actores participantes.



Foto 2. Práctica a campo en INTA Bolívar.

**INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN ECONÓMICA**  
Una herramienta sencilla para la gestión económica de la empresa apícola  
Med. Vet. ALFONSO LORENZO y Lic. JULIÁN SOLIGNAC

de COLMENAS	250			Las palabras Rubro en color AZUL son hipervínculos a la hoja correspondiente				
DOS por COLMENA	Escenario pesimista	Escenario más	Escenario optimista	Otros indicadores y resultados	Escenario pesimista	Escenario más probable	Escenario optimista	Incluye amortización?
lta miel (kg colmena)	16	20	30	Kg total Miel de Colmenas	4000	5000	7500	
*lta miel (\$/kg)	\$400,00	\$500,00	\$550,00	Costo Total (F + V) Colmenas	\$ 3.250.833,3	\$ 3.434.696,7	\$ 3.830.000,0	sin amort
*lta cera recuper / colmena	2,00	2,00	2,00	Contribución Marginal total	-\$ 489.233,3	-\$ 275.833,3	-\$ 1.626.000,0	sin amort
*lta cera recuper / colmena	\$1.936,00	\$1.936,00	\$1.936,00	Contribución Marginal total	-\$ 2.842.545,2	-\$ 1.877.478,6	-\$ 527.311,9	con amort
lta cera operc / colmena) 2%	0,320	0,400	0,600	Retorno \$/\$ (IB/CD) *	\$ 0,05	\$ 1,08	\$ 1,42	sin amort *
*lta cera operculo (\$/kg)	\$ 420,00	\$ 2.420,00	\$ 2.420,00					

Foto 1. Charla - Taller virtual.

## EL DESARROLLO DE LAS EXPERIENCIAS

### • Plan de Profesionalización para Apicultores Argentinos

Es una propuesta para todo el país que surge de la co-participación entre UNICEN (Universidad del Centro de la Pcia. de Bs. As.), el INTA y la Fundación ArgenINTA. El curso es una combinación de las modalidades virtual y presencial.

Los inscriptos están organizados en grupos según situación geográfica, e inician la cursada cuando acceden a la plataforma o campus virtual. Allí se encuentran los materiales de estudio, los foros temáticos de participación grupal, las conferencias grabadas o en vivo y las evaluaciones individuales. En los foros interactúan investigadores, docentes, estudiantes, apicultores y el técnico extensionista involucrado de la zona.

Este ámbito virtual se complementa con las prácticas de campo, los talleres y los encuentros presenciales (Fotos 2 y 3). Éstos se organizan en cada territorio por los mismos participantes acompañados por el técnico y los tutores o facilitadores de cada institución (Tabla 1).



Foto 3. Practica en el CFP de Pehuajó.

El Plan propone cinco (5) módulos cuyos contenidos se organizan según el calendario apícola y sus etapas:

- Fin de temporada y receso productivo.
- Fin del receso y preparación para la temporada.
- Inspección primaveral y manejo en la temporada productiva.
- Multiplicación de las colonias.
- Cosecha y preparación para el nuevo receso productivo.



Se completa el recorrido de cada módulo cuando se lleva a cabo la lectura grupal y/o individual de los contenidos; cuando hay interacción en los foros, y se asiste a los talleres de práctica. Por último, se realizan dos evaluaciones virtuales. Finalizada cada etapa exitosamente, se extiende un certificado.

#### • Proyecto de impulso a jóvenes emprendedores

La Fundación ArgenINTA ofrece la convocatoria a "Proyectos de jóvenes emprendedores y de fortalecimiento del enfoque de género", a través de los cuales se ofrece un capital semilla no reembolsable para adquirir materiales, insumos y herramientas. La DNATyE (Dirección Nacional Asistente de Transferencia y Extensión del INTA) acompaña la gestión de los proyectos aprobados, financia gastos operativos para su implementación y realiza el seguimiento de los grupos (<https://argeninta.org.ar/se-lanza-la-4edicion-de-proyectos-de-jovenes-y-genero>). En este marco, la AER Pehuajó junto con el CEPT Nro. 14 (Centro Educativo para la Producción Total) de Magdala, elaboraron y presentaron una propuesta para apoyar los emprendimientos apícolas de alumnos/as y sus familias. Esta propuesta define los roles de cada institución y las acciones a realizar para alcanzar los objetivos. El compromiso de la agencia es adquirir los materiales necesarios con el monto otorgado y luego acompañar el proceso con encuentros y talleres de capacitación durante un (1) año. Con el capital semilla se compra material (madera) para el armado de cámaras, alzas y cuadros destinados a alojar colonias de abejas y formar 35 colmenas completas para producción de miel (Foto 4). Para las capacitaciones se acuerda, en conjunto con docentes, implementar el Plan de Profesionalización previamente descripto, realizando las prácticas en instalaciones del CEPT (Fotos 5 y 6)



Foto 4. Materiales para proyecto en CEPT 14



Foto 5. Uso campus virtual

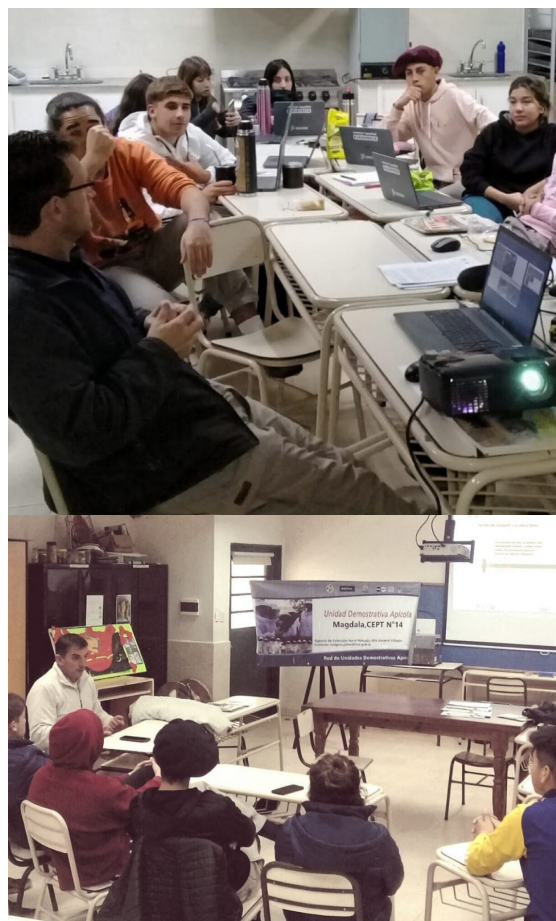


Foto 6. Charla - taller en CEPT

### Reflexiones sobre las experiencias.

Las experiencias desarrolladas permiten discutir y consensuar prácticas poniendo en valor el conocimiento experiencial, pero sin dejar de incorporar nuevos conocimientos, herramientas y competencias específicas. La interacción permanente permite la reflexión y el aprendizaje colectivo de todos los participantes, donde es clave la búsqueda de la eficiencia y la optimización de los recursos para que los emprendedores puedan tener posibilidad de crecimiento, desarrollo y/o permanencia. La actividad apícola merece ser fortalecida u optimizada dada su importancia en la economía regional porque genera divisas en manos de la agricultura familiar y con impacto positivo en el ambiente. Estas características están acordes a los lineamientos de las políticas públicas a nivel país: la lucha contra el hambre y la pobreza, generación de empleo digno y bajo impacto ambiental (PE-L01-I069).

### FUENTES CONSULTADAS

- "Aportes al Desarrollo Sostenible de la Apicultura Argentina", Proyecto Estructural (PE-L01-I069), Programa Nacional Apícola, cartera 2023.
- "Se lanzó la 4ª edición de Proyectos de Jóvenes y Género" Novedades por Fundación ArgenINTA, 27 de abril de 2023.
- <https://argeninta.org.ar/se-lanzo-la-4edicion-de-proyectos-de-jovenes-y-genero>
- <https://virtual.vet.unicen.edu.ar/login/index.php>
- [https://magyp.gob.ar/apicultura/mercado\\_mundial](https://magyp.gob.ar/apicultura/mercado_mundial)
- <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/cadenaanimal/abejas/produccion-primaria>

## RED DE MUJERES RURALES HILANDERAS DEL CENTRO OESTE BONAERENSE

Mariana A, Coliqueo<sup>1</sup>; Laura, Harispe<sup>2</sup>; Carolina, Estelrich<sup>3</sup> AER INTA Pehuajó, EEA Gral. Villegas

<sup>2</sup>OIT Carlos Casares, AER INTA 9 de Julio, EEA Pergamino

<sup>3</sup>Chacra Experimental Bellocq (Ministerio de Desarrollo

Agrario de la Provincia de Buenos Aires)  
**coliqueo.mariana@inta.gob.ar**

### Palabras clave:

mujeres rurales, hilanderas, lana, agregado de valor

### INTRODUCCIÓN

La tercera convocatoria de los proyectos "Jóvenes emprendedores y de fortalecimiento del enfoque de género" promovida por la Dirección Nacional de Transferencia y Extensión del INTA y la Fundación ArgenINTA tuvo la finalidad de contribuir al fortalecimiento de la participación de las mujeres y diversidades y la incorporación del enfoque de género. Dar impulso a proyectos vinculados a la producción primaria, la generación de agregado de valor, la comercialización y el servicio u otras actividades para el desarrollo del territorio fue el vínculo que permitió continuar con el trabajo que venía realizando la Chacra Experimental Bellocq<sup>1</sup> (CEB) en su módulo de producción ovina. Desde INTA Pehuajó, INTA Carlos Casares y la Chacra, a partir del interés y la necesidad de un grupo de mujeres que habían asistido a talleres para iniciarse en la técnica del hilado, gestaron una propuesta para la conformación de una red o grupo en torno al agregado de valor a la lana. Los recursos recibidos mediante la aprobación del proyecto "Red de mujeres rurales hilanderas del centro oeste bonaerense" permitió acompañar el proceso y acceder a los materiales necesarios para que las mujeres participantes cuenten con ruelas eléctricas para hilar e implementos para el teñido artesanal. A su vez se sumaron los aportes realizados por la Unidad Ejecutora Provincial de Ley Ovina en Buenos Aires

(Ministerio de Desarrollo Agrario) y de PROLANA para la realización de actividades de capacitación.

### EL PROYECTO

En los años de trabajo transcurridos como extensionistas y en vínculo con la ruralidad se pudieron relevar problemáticas vinculadas a la mujer que habita ese medio. Fue así que al momento de redactar el proyecto se pudieron plasmar algunos de los desafíos por los cuales deben transitar.

La red está integrada por mujeres que viven en los partidos de Carlos Casares, Pehuajó, Hipólito Yrigoyen, Bolívar y 9 de Julio, están dedicadas principalmente a la realización de actividades de reproducción social relacionadas con el bienestar y supervivencia de la familia. Se encuentran aisladas por al menos uno de estos factores: grandes distancias a centros urbanos, falta de movilidad, falta de conectividad y mal estado de caminos. Cuentan con escasas oportunidades de trabajo formal y/o de capacitación, que permitan su independencia económica, lo que les impide el acceso a líneas de financiamiento para emprender o para la compra de herramientas e insumos propios. La falta de espacios comunes donde socializar y compartir con otras mujeres y/o actores so-

ciales se suma a las problemáticas por las cuales deben atravesar.

¿Qué oportunidades visualizadas en el territorio fueron el puntapié para el inicio de esta red? ¿Podría ser el agregado de valor a la lana la respuesta para algunas de las problemáticas planteadas?

La Chacra Experimental Bellocq posee un módulo ovino con razas que aportan lana de calidad y cuenta con espacios para realizar encuentros y/o talleres. Así surgieron una serie de capacitaciones relacionadas a la producción ovina y el agregado de valor a la lana. Un grupo de mujeres, participantes de esos encuentros, manifestaron interés por continuar reuniéndose para seguir capacitándose en el tema del hilado y teñido artesanal. Sumado a esto en la zona existen pequeñas majadas familiares, cuya lana prácticamente no tiene valor en acopios locales y está disponible para el agregado de valor. En el territorio existen distintas instituciones estatales que trabajan en temáticas vinculadas al desarrollo de las comunidades rurales por lo que fue una ocasión para unir al INTA y la Chacra con esta temática dado el interés compartido y la necesidad manifestada por las mujeres. A partir de la difusión de los talleres, se evidenció gran demanda de lana

viles rurales capacitadas en el hilado y teñido de lana artesanal, haciendo uso de materia prima disponible en el territorio y atendiendo las particularidades de las mujeres que habitan este medio fue el objetivo planteado para poner en marcha este proyecto. La finalidad fue generar espacios de encuentros presenciales y virtuales de capacitación, de trabajo en red y de intercambio de saberes para que las participantes adquieran la habilidad necesaria en el agregado de valor a la lana.

Agregarle valor a la lana local se presentó como una alternativa que permitía dar respuesta a algunas de las problemáticas mencionadas además de contribuir al arraigo de las familias rurales. El proyecto permitiría, además, revalorizar prácticas y saberes culturales que se fueron perdiendo con el paso de las generaciones y la aparición de las fibras sintéticas.

## DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

En agosto de 2022 se conformó la “Red de mujeres rurales hilanderas del centro oeste bonaerense” integrada por alrededor de 30 mujeres. Su inicio se dio en un primer encuentro donde a través de una dinámica grupal decidieron conjuntamente la forma de funcionamiento de



**Foto 2.** Integrantes de la Red de mujeres rurales hilanderas del centro oeste bonaerense

hilada y de personas que brinden el servicio de hilado. La actividad se caracteriza por: adecuarse a los tiempos de las mujeres rurales, generar un producto no perecedero y los implementos necesarios para el hilado son de fácil traslado y accesibles para la compra.

Contribuir al fortalecimiento de una red o grupo de mu-

la red. Resolvieron reunirse semanal o quincenalmente a hilar y compartir en 5 nodos según cercanía geográfica que funcionan en el CEPT N° 14 de Magdala, el CEPT N° 13 de El Billar, el CEA N° 8 de Ibarra, el Centro Cultural de Ordoqui y la Chacra Experimental Bellocq. Cada tres meses asistirían a capacitaciones realizadas en la Chacra dado que está ubicada estratégicamente en un

lugar de fácil acceso para todas las integrantes de los nodos y cuenta con instalaciones acordes a las necesidades del grupo.

En un segundo encuentro el tema de capacitación fue “teñido artesanal de lana hilada” y estuvo a cargo del técnico Andrés Gardella. Ese mismo espacio se utilizó para evaluar los avances en el proceso de hilado para lo cual se observaron los distintos parámetros relacionados con la calidad del producto obtenido.

Para el tercer encuentro de capacitación se convocó al Lic Eduardo Lacentre<sup>2</sup> y al técnico Matías Ruiz para tratar las siguientes temáticas: razas ovinas, manejo de la majada, acondicionamiento y calidad de lana. A su vez, la Ing. Agr. María Andrea Argaña<sup>3</sup> y la señora Mirta Victorero compartieron el funcionamiento del grupo de artesanas textiles La Suma, su metodología de trabajo, la forma en que se organizan y el relato de las vivencias transcurridas durante los más de quince años de existencia.

El cuarto encuentro fue una oportunidad para afianzar la práctica del cardado e hilado en forma colaborativa y reflexionar junto con las técnicas de INTA y de la Chacra sobre la continuidad y las nuevas oportunidades que fueron apareciendo en el transcurso del año.

La creación de un grupo de Whatsapp es herramienta que permite mantener el vínculo, la motivación, el intercambio en forma permanente y también un medio para la organización de los encuentros, el aprendizaje participativo y asincrónico.

En simultáneo a lo planificado y dada la repercusión de la Red surgieron invitaciones para participar en distintos eventos: Expo Rural Bolívar, el aniversario de la localidad de Bellocq, el Campo Tecnológico de Tomás Hnos en Carlos Casares, el aniversario del CEPT N° 14 de Magdala. Desde el equipo de comunicación de la Estación Experimental General Villegas se pensaron estrategias para instalar el tema en la agenda de los medios locales y nacionales. Por este motivo, las ingenieras de INTA y de la Chacra,

junto a las hilanderas fueron convocadas para contar el relato de sus experiencias en:

Pampero TV<sup>4</sup>, Página 12<sup>5</sup>, Bichos de Campo<sup>6</sup>, Revista Chacra<sup>7</sup>, el programa Somos Bonaerense de canal 9<sup>8</sup>, [argentina.gob.ar](http://argentina.gob.ar)<sup>9</sup>. Paralelamente diversos medios fueron tomando la información y replicándola.

Por otra parte, surgieron otros tipos de encuentros gestionados por las mujeres integrantes de la Red relacionados con reuniones de índole social como por ejemplo despedida del año en el Centro Cultural Ordoqui, visitas guiadas en las localidades Magdala y Bellocq organizadas por las integrantes de los nodos de esas comunidades.



**Foto 2.** Encuentro de capacitación. Acondicionamiento y calidad de lana

## REFLEXIÓN SOBRE LA EXPERIENCIA

¿Cuáles fueron las necesidades a las que se buscó aportar a través de este proyecto? ¿Y qué hallazgos o necesidades se pudieron satisfacer que no fueron pensadas al momento de la redacción?

Aprender el proceso del hilado y el teñido artesanal se planteó como una actividad alternativa que les permitiría seguir eligiendo como modo de vida al medio rural sin tener que resignar la posibilidad de insertarse laboralmente, capacitarse y socializar.

Sin embargo, surgió con mucha fuerza la importancia de los espacios comunitarios, el diálogo abierto, el intercambio, el disfrute de un ámbito propio a partir de una identidad compartida.

Para esta instancia es muy importante rescatar la palabra de quienes fueron las principales protagonistas. A modo de ejemplo damos a conocer los testimonios de dos de las hilanderas: “La Red es el lugar del encuentro, donde nos juntamos para hacer y pensar. Todas nos vamos con ganas de volver y cuando estamos no nos queremos ir”. “Significó un cambio en lo cotidiano de mi vida, que eran los quehaceres domésticos, cocinar, lavar, limpiar, fue algo nuevo y diferente para hacer”.

Para finalizar, el equipo técnico que acompañó y acompañó a la Red mantiene el compromiso asumido en relación al agregado de valor, la comercialización y los encuentros de capacitación. Pero también para acompañar los nuevos desafíos relacionados a la necesidad

de socializar para superar el aislamiento que viven algunas de las mujeres que habitan el medio rural, donde sus posibilidades de vincularse con otros/as se reducen, muchas veces, al núcleo familiar más cercano.

---

<sup>1</sup>Situada en el partido de Carlos Casares y perteneciente al Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA)(CEB) de la provincia de Buenos Aires.

<sup>2</sup>CEB, MDA.

<sup>3</sup>INTA Gral. Lamadrid

<sup>4</sup><https://www.youtube.com/watch?v=7t7yCDHh7fQ>

<sup>5</sup><https://www.pagina12.com.ar/566181-las-hilanderas-del-centro-oeste>

<sup>6</sup><https://bichosdecampo.com/mujeres-rurales-del-centro-oeste-bonaerense-se-pusieron-a-hilar-lana-como-lugar-de-encuentro-y-posibilidad-de-generar-dinero-propio/>

<sup>7</sup><https://www.revistachacra.com.ar/nota/52365-mujeres-que-agregan-valor-a-la-produccion-ovina/>

<sup>8</sup><https://www.youtube.com/live/V4TOBlltPFw?feature=share>

<sup>9</sup><https://www.argentina.gob.ar/noticias/mujeres-hilanderas-agregan-valor-la-produccion-ovina>

# RELACIÓN PRODUCTO INSUMO EN LA LECHERÍA ARGENTINA PANORAMA EN LOS ÚLTIMOS 6 AÑOS

Ing. Agr. Guillermo D. Martín<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>AER Trenque Lauquen. EEA Villegas

## INTRODUCCIÓN

Desde enero del año 2017 se viene editando desde la EEA INTA Gral. Villegas el Informe Económico Lechero, con el propósito de acercar a productores y profesionales información relevante para la toma de decisiones. Luego de seis años y medio de la primera entrega, se presenta la evolución del precio de la leche, maíz, soja y gasoil, desde noviembre de 2016 hasta el presente; además se informan los términos de intercambio insumo producto, analizando momentos positivos y negativos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

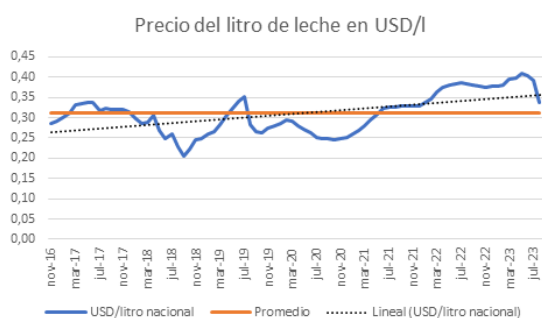
Para la serie de tiempo analizada se tomaron datos de precio de la leche, suministrados mensualmente por parte de la Dirección Nacional de lechería, a partir del Sistema Integrado de Gestión de la Lechería Argentina (SIGLEA). En el caso de maíz y soja, se obtuvieron los precios del archivo histórico de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires, para el precio disponible en el puerto de Rosario.

El precio del dólar corresponde al promedio mensual billete compraventa del Banco Nación. Mientras que el precio del gasoil corresponde al suministrado por la resolución 1104 (Precios al público) de la Secretaría de Energía para el gasoil agro.

## RESULTADOS

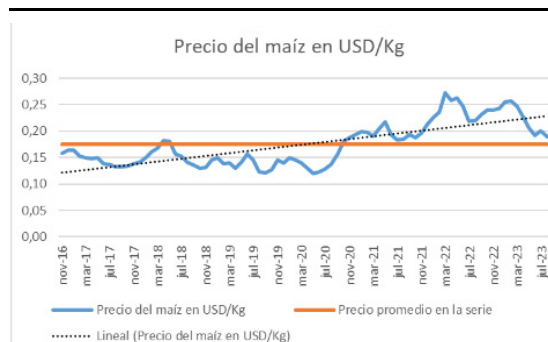
El precio del litro de leche presenta una tendencia creciente en el período analizado. Luego de un pico de baja, en agosto del 2018, presentó un incremento en USD/l, ya que el aumento porcentual nominal en pesos pagado al productor mes a mes se correspondió con una menor depreciación del peso argentino.

Esta tendencia se revirtió cuando se desaceleró el aumento porcentual al productor y a su vez se incrementó el ritmo de devaluación (Figura 1).



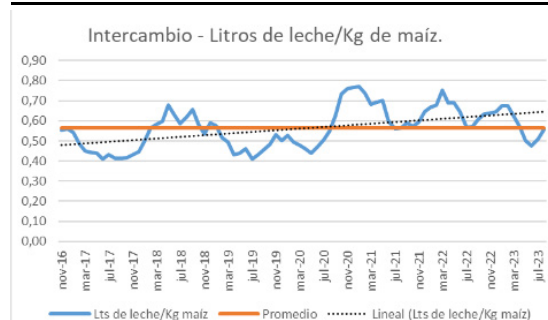
**Figura 1.** Precio del litro de leche en USD/l en la serie, promedio y tendencia.

El precio del maíz también mostró una tendencia positiva. Desde octubre del 2020 comenzó un sprint que lo coloca por arriba del promedio de la serie analizada. Acá se dio la particularidad de que el tandem dólar-precio de la leche-precio del maíz se movió en ciclos de apreciaciones y depreciaciones sucesivas.



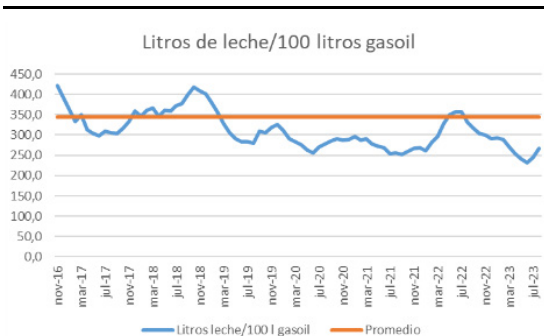
**Figura 2.** Precio del maíz en USD/Kg en la serie (línea azul), promedio (línea naranja) y tendencia (línea punteada).

La Figura 3 muestra cuántos litros de leche debe pagar el productor para obtener un kilo de maíz. Hay 2 momentos favorables para leche: uno, desde noviembre de 2016 hasta febrero de 2018; y otro desde febrero de 2019 hasta julio del 2020. A partir de ese momento, la relación resultó desfavorable para el productor, revirtiéndose parcialmente en mayo de 2023 para quedar a nivel promedio en agosto 2023.



**Figura 3.** Litros de leche/Kg maíz (línea azul), promedio (línea naranja) y tendencia (línea punteada).

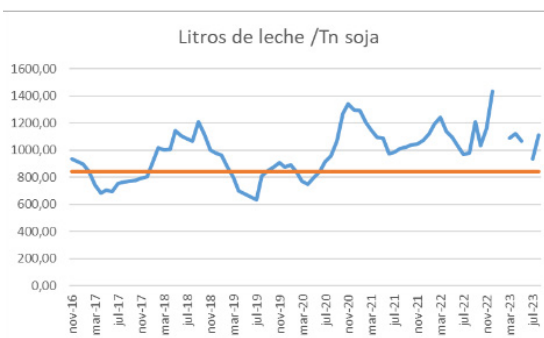
Se puede afirmar que, desde el noviembre del 2016 hasta el presente, el término de intercambio litros de leche/litros de gasoil fue ampliamente positivo ya que sólo en 20 meses el productor debió erogar un monto superior al promedio.



**Figura 4.** Cantidad de litros de leche para adquirir 100 l gasoil (línea azul), promedio (línea naranja).

El intercambio litros de leche/Tn soja muestra la capacidad de compra de la leche para una tonelada de la oleaginosa y cobra especial importancia ya que incide en el precio del arrendamiento. Se observa que en momentos muy acotados el intercambio estuvo por debajo del promedio.

La tabla N° 1 nos da una idea ilustrativa del comentario anterior.



**Figura 5.** Litros de leche para adquirir una tonelada de soja (línea azul), promedio (línea naranja).

**Tabla 1.** Comparativo alquiler en Tn soja/ha.año y litros de leche/ha.año. Agosto 2023.

Alquiler en Tn soja/Ha.año		
0,8	1	1,2
Alquiler en litros/Ha.año		
886	1107	1329
Alquiler en litros/Ha.mes		
74	92	111

Una escala de alquiler de 0,8, 1 y 1,2 Tn soja/ha.año equivalen a 886, 1107 y 1329 litros/ha.año respectivamente. O bien a 74, 92 y 111 litros/ha.mes.

Remitiéndonos a los modelos elaborados para la zona oeste y que son publicados periódicamente en la página del Observatorio de la Cadena Láctea, estaríamos en la siguiente situación:

**Tabla 2.** Índices productivos en modelos regionales modales en la zona oeste.

	VT/ha	VO/VT	Leche/VO.día	Leche/mes.ha
Chico modal	1,39	0,78	20	651
Mediano modal	1,26	0,8	22	665
Grande moda	2	0,8	25	1200

**Tabla 3.** Alquiler en litros/ha.mes. Porcentaje sobre la producción. Agosto 2023.

	Alquiler en litros/Ha.mes		
	74	92	111
Chico modal	11%	14%	17%
Mediano modal	11%	14%	17%
Grande modal	6%	8%	9%

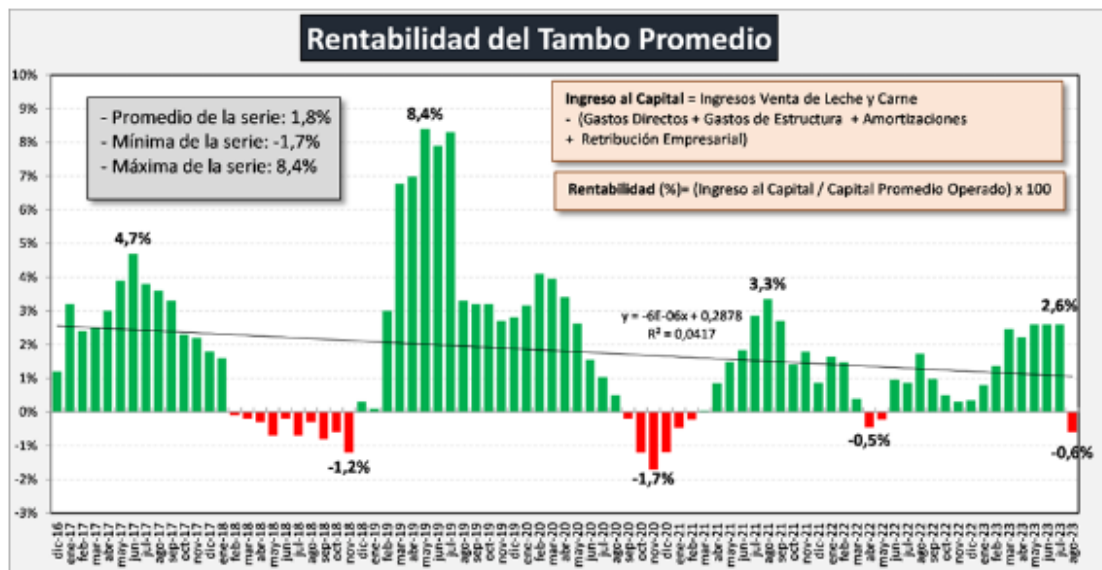
En la medida que aumenta el precio del alquiler en Tn soja/ha y hacemos el equivalente en litros de leche, hay una mayor incidencia en tambos chicos y medianos y un menor impacto en los grandes, comprometiendo la rentabilidad de los primeros. La Figura 6 es una captura del informe del Observatorio de la Cadena Láctea (OCLA). A pesar de la tendencia creciente del precio de la leche, se nota un paulatino descenso de la rentabilidad del tambor promedio en la República Argentina. Luego de un pico de 8,4% en mayo del 2019 comienza un descenso y llega a un mínimo de -1,7% en noviembre de 2020 y luego repuntar, pero sin alcanzar su valor máximo. Esto implica que hay cuencas en situación crítica donde aún, los modelos de mayor escala presentan rentabilidad negativa o igual a 0.

## CONCLUSIONES

- El precio de la leche mostró una tendencia ascendente en el período analizado. Pero tiende a una meseta e incluso disminuir ante una nueva devaluación.
- El precio del maíz también muestra una tendencia a la suba. Sin embargo, hubo momentos favorables a la relación insumo-producto. En estos momentos, la relación está por debajo del promedio, y es probable que continúe esa tendencia. En gran parte del período analizado, la relación litros de leche/100 l gasoil se mantuvo debajo del promedio.
- La soja se mostró en alza y condiciona la actividad tambor si se hace el equivalente Tn soja en litros de leche.
- En un escenario devaluatorio, la disminución del precio de la leche y el aumento de insumos puede comprometer aún más la rentabilidad en tambos, sobre todo si están bajo la figura de alquiler ya que se hace en equivalente de Tn soja.

## BIBLIOGRAFÍA

- Banco Nación. <https://www.bna.com.ar/Personas>
- Bolsa de Cereales. <https://www.bolsadecereales.com/camara-arbitral>
- Dirección Nacional de Lechería. [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_lecheria/estadisticas/](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_lecheria/estadisticas/)
- Observatorio de la Cadena Láctea (OCLA).



**Figura 6.** Rentabilidad tambo promedio desde nov 2016 a agosto 2023 (Fuente: OCLA – Septiembre 2023)



# PROMOCIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA REDUCCIÓN DEL USO DE FITOSANITARIOS

Juan Carlos Cristo  
EEA Gral. Villegas  
cristo.juan@inta.gob.ar

## Palabras clave:

Extensión, buenas prácticas agropecuarias, contaminación, fitosanitarios.

## INTRODUCCIÓN

mbientales relacionados con la producción agropecuaria requieren de un abordaje multidisciplinario que involucre a los diversos actores, teniendo en cuenta los factores del ambiente y los procesos tecnológicos, dentro de un marco de Buenas Prácticas Agropecuarias.

La intensificación de la agricultura pampeana se basó, en buena parte, en una mayor utilización de agroquímicos (herbicidas, insecticidas, fungicidas), cuyo uso pasó de 45 millones de litros anuales a más de 350 millones en las últimas tres décadas. Esto ha generado problemas de contaminación directa y difusa.

Las diez principales malezas de la zona presentan alguna forma de control químico, generalizada desde hace muchos años, lo que ha generado crecientes formas de resistencia.

Por otra parte, existe un bajo nivel de adopción de los cultivos de cobertura, y hay estrechamiento de la distancia entre surcos, como estrategias alternativas de control de malezas.

La mayoría de los productores no realiza el análisis del agua de aplicación de fitosanitarios, y es muy bajo el nivel de uso de la receta agronómica. También es poco común la presencia de ingenieros agrónomos al momento de la aplicación de fitosanitarios.

No es muy frecuente la realización del triple lavado de los envases vacíos de los mismos y menos de la mitad de los productores entrega los envases vacíos a un recolector habilitado.

No se realiza limpieza de las cosechadoras ni se descartan los manchones de malezas al cosechar. En barbecho, la mayoría controla las malezas con herbicidas, sin laboreo. Tiene muy escasa difusión aún la aplicación de herbicidas a través de sistemas dirigidos o selectivos.

La presencia de residuos en aguas subterráneas, atmósfera, ciudades y pueblos son una demostración de que el problema excede a los sistemas productivos, tornándose un tema que abarca a todos los actores sociales.

Todo indica la necesidad de promover un enfoque integral al momento de planificar el control de adversidades biológicas, de una manera eficiente y sustentable.

La metodología de investigación-acción supone un enfoque participativo en la construcción del conocimiento, el cual facilita la incorporación de las prácticas en los sistemas productivos.

## OBJETIVO GENERAL

Disminuir el uso de fitosanitarios en los sistemas de producción extensivos a través de la generación de información, la capacitación de los actores, y la adopción de Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA).

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comunicar la magnitud del problema a los decisores políticos y representantes de instituciones ligadas a la producción, y evaluar el nivel de responsabilidad que corresponde a cada cual en la promoción de las BPA.
- Determinar el nivel de adopción de las tecnologías utilizadas en el control de plagas y aplicación de fertilizantes, a fin de definir las estrategias de intervención en el área bajo estudio.
- Actualizar a los productores y profesionales sobre las BPA relacionadas con la integración de estrategias para el control de plagas
- Informar a la comunidad en general sobre la identificación y la propuesta de abordaje del problema.

## EJES

Desarrollo de una estrategia de Extensión, de vinculación institucional que se ajuste a las necesidades y circunstancias del territorio local.

Comunicación personalizada con los decisores políticos y referentes del sector agropecuario.

Difusión de información.

Actualización profesional.

Capacitación de productores.

Concientización de la importancia de aplicar las buenas prácticas agropecuarias en general y las fitosanitarias en particular.

## METODOLOGÍA

Se implementaron acciones vinculadas con la estrategia de Extensión, basadas específicamente en la multiplicación de la información, que permitieran acceder directa o indirectamente a los productores o aplicadores de las prácticas promovidas, y a la sociedad en general, con diferentes categorías de contenidos.

Para ello se promovió estrechar vínculos con instituciones y organizaciones del territorio que abarcó este proyecto local, delimitado por los partidos de Trenque Lauquen, Pellegrini, Salliqueló, H. Yrigoyen y Daireaux. Los actores involucrados en el proceso de intervención incluyeron a los decisores políticos, profesionales, productores y la sociedad en su conjunto.

## DESARROLLO Y PRODUCTOS LOGRADOS

En una primera etapa se caracterizó la situación actual para establecer la línea de base y las principales problemáticas sobre este tema, definidas desde el sector, mediante una encuesta realizada sobre el nivel de uso de BPA, (diferenciada) a productores y técnicos que tuvo una alta representatividad espacial (200000 ha).

A partir de esa información, se definieron acciones tendientes al logro de los objetivos propuestos.

Las tareas que se llevaron adelante fueron:

- Reuniones presenciales y virtuales con decisores políticos, entidades rurales y asociaciones de profesionales, presentando el Proyecto y los resultados de las encuestas.
- Conformación de un grupo de trabajo compuesto por referentes de 15 instituciones.
- Elaboración de un plan de acción que incluyó:
- Generación de un sitio web pluri institucional, con información técnica validada.  
[www.buenaspracticafitosanitarias.info](http://www.buenaspracticafitosanitarias.info)
- Talleres de intercambio y actualización técnica para profesionales, sobre alternativas que permiten disminuir el uso de agroquímicos.
- Talleres sobre responsabilidad y compromiso profesional respecto del control de plagas y la menor aplicación de fitosanitarios (receta agronómica, etc.).
- Promoción en mensajes radiales destinados a la población general de la región, indicando que el INTA y otras instituciones proponen alternativas para atender este tema.
- Se concretaron instancias de articulación institucional (fue declarado de interés por 2 municipios).
- Se desarrolló y difundió la existencia de la página web (2000 visitantes y 3000 visitas).
- Se emitieron mensajes conceptuales por medio de 6 emisoras de radio, con una frecuencia de 1400 presencias mensuales, sumando al final del proyecto un total de 15000 emisiones.
- Se realizaron 6 talleres de actualización profesional, logrando la participación de 300 Ingenieros agrónomos.
- Se mantuvo el vínculo temático con las asociaciones profesionales que acompañaron y participaron en el proceso.
- Al término del proyecto se realizó la encuesta de cierre (respondieron 50 profesionales y 60 productores), con lo cual se intentó estimar el grado de adopción o de concientización sobre la propuesta difundida.

## REFLEXIONES

El tema abordado por el proyecto resultó de alta prioridad e interés para los decisores políticos y la población en general, sectores desde los cuales se venían recibiendo inquietudes, sugerencias, demandas y planteos permanentes.

Este proyecto fue muy bien recibido por los actores con los que se involucró, por lo que se considera una acertada respuesta a esas manifestaciones sociales.

Se estima como muy pertinentes los medios utilizados para acceder a las diferentes audiencias, que además de los mensajes radiales (difícil de estimar la cantidad de receptores reales), en lo que respecta al sitio web y a los talleres para profesionales, sí fue posible cuantificar los respectivos accesos a los diferentes contenidos, corroborando las significativas adhesiones a esas acciones realizadas.

## HALLAZGOS Y LECCIONES APRENDIDAS

- La generación y difusión de un sitio web exclusivo del Proyecto, con la publicación de información técnica de rigor científico (iniciativa innovadora para el INTA), resultó en una herramienta de muy alto impacto de difusión, con muy bajo costo relativo.
- Considerando que la temática de la contaminación por fitosanitarios compromete intereses económicos muy relevantes, la estrategia de extensión utilizada por el Proyecto supo posicionarse en un plano de prudencia y equilibrio entre esos intereses comerciales y el resto de los actores involucrados.
- A pesar de ser una problemática que trasciende ampliamente el ámbito local, se trató y se logró en gran medida, mantener el enfoque en las circunstancias del área para la que se diseñó el Proyecto.
- Se defendió siempre la rigurosidad científica, a través de información y datos validados científicamente, contraponiéndolos sobre los pareceres o puntos de vista sin fundamentos comprobables.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andriulo A; Dalpiaz M. - Estimación del riesgo de contaminación del agua subterránea por plaguicidas en suelos de la Pampa Ondulada – INTA - 2018
- Aparicio V., et al. - Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente 1a ed. Balcarce, Buenos Aires; Ediciones INTA, 2015.
- Buenas Prácticas Agrícolas: directivas y requisitos para cultivos extensivos – Red BPA – 2015.
- Bogliani, Mario. Guía de buenas prácticas para la aplicación terrestre de fitosanitarios en cultivos extensivos para espacios periurbanos: uso responsable y eficiente de agroquímicos Ediciones INTA, 2012.
- Moltoni N., Evolución del Mercado de herbicidas en Argentina, INTA, 2012.
- Montoya J. et al “Evaluación de la vulnerabilidad de los recursos hídricos subterráneos en tierras semiáridas del centro de Argentina”, INTA - 2018.





# ESTUDIO DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y RELEVAMIENTOS





# ENCUESTA SOBRE INSTALACIONES Y PRÁCTICAS DE MANEJO EN EL PARTIDO DE GENERAL VILLEGAS

Juan A. Herrera<sup>1</sup>, Miguel Buffarini<sup>2</sup>, Mauro Tiano<sup>3</sup>

<sup>1</sup>AER INTA General Villegas <sup>2</sup>EEA INTA General Villegas

<sup>3</sup>SENASA. General Villegas

[herrera.amilcar@inta.gob.ar](mailto:herrera.amilcar@inta.gob.ar)

## Palabras clave:

encuesta, manga, tacto, toros, General Villegas.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas ganaderos pueden ser evaluados mediante sus prácticas de manejo e instalaciones. Esta información nos brinda una imagen de la adopción de tecnología, brechas productivas y las posibilidades de intervención.

Prácticas de manejo como el diagnóstico de preñez, la revisión de toros y el estacionamiento del servicio son necesarias para el ordenamiento del rodeo, el aumento de la eficiencia productiva y el diagnóstico de enfermedades reproductivas.

Las enfermedades venéreas (EV) de los bovinos constituyen una de las principales causas de pérdidas de terneros en rodeos para cría bovina (Hidalgo y cols., 2011). Las enfermedades reproductivas de transmisión sexual como la Tricomoniasis y Campylobacteriosis, frecuentes en todas las regiones ganaderas del país, provocan pérdida de preñez y se diagnostican mediante el muestreo o raspaje prepucial (Campero & Martínez 2010).

Por otro lado, instalaciones como la manga son las principales herramientas para llevar a cabo algunas prácticas. Facilitan la mayoría de los trabajos y lo hacen seguro para personas y animales.

## OBJETIVO

El objetivo del relevamiento fue determinar cuál es la situación actual de las principales instalaciones de trabajo y prácticas de manejo utilizadas en las unidades productivas del partido de General Villegas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La toma de datos se realizó mediante una encuesta transversal, de carácter voluntaria, con opciones dicotómicas

o múltiples, asociada al número de acta vacunal y/o número de RENSPA (Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios). Fue llevada a cabo por vacunadores y veterinarios acreditados para la vacunación contra Aftosa y Brucelosis por FUVISA (Fundación del Partido de General Villegas para la Sanidad Animal), en el partido de General Villegas, durante la primera campaña 2022. Los formularios de preguntas se entregaron al retirar la vacuna, y se recibieron junto con el acta vacunal en las oficinas de la fundación.

La encuesta se realizó a partir de preguntas simples, para que puedan ser respondidas por los productores, asesores o personal del establecimiento. Estuvieron orientadas a obtener datos sobre la manga y algunas prácticas de manejo de la cría bovina. Permitieron recabar y clasificar la información sobre establecimientos ganaderos del partido de Gral. Villegas y asociarla al stock registrado en el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Animal).

## RESULTADOS y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se analizaron con las respuestas de las Unidades Productivas (UP), que respondieron la encuesta y tenían al menos una vaca en su stock ganadero. Se define como UP o RENSPA al animal o grupo de animales registrados y es el modo de vincularlo con el propietario y el lugar físico en el que se encuentran.

### Unidades Productivas (UP)

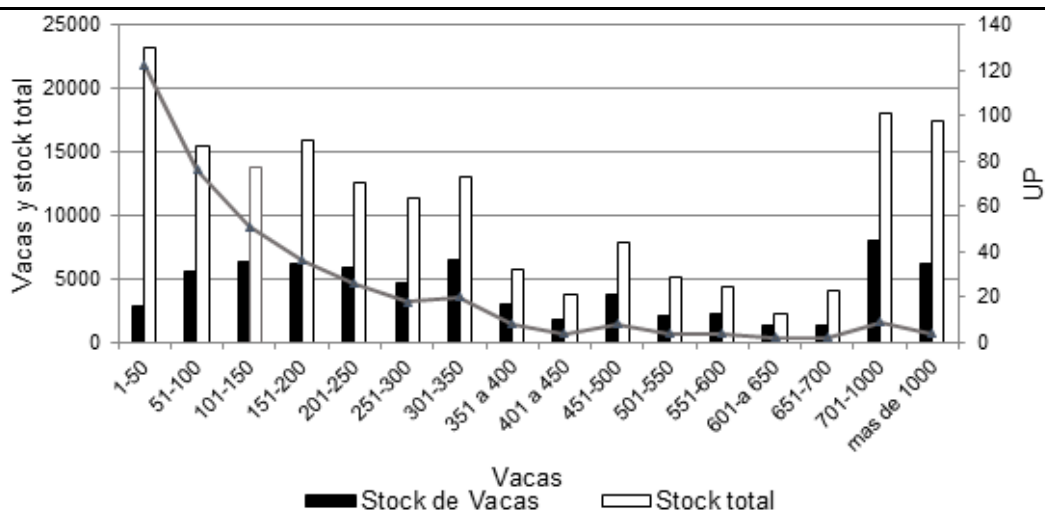
Las UP y los stocks totales analizados en la encuesta se describen en la tabla 1. Tanto las UP como el stock de cabezas de las encuestas superó el 50 % de los totales. La cantidad y las cabezas totales de las UP con la categoría "vacas" de las encuestadas y las totales fueron cercanas al 80 %.

En relación a las UP que presentan la categoría "vaca" en su stock, el 55.6 % de las vacas están presente en las

**Tabla 1:** Unidades productivas y con la categoría "vacas" totales y encuestadas en el partido de General Villegas. Stock (cabezas totales)

	UP	STOCK (CABEZAS)	UP CON VACAS	% UP	STOCK DE VACAS EN UP	% STOCK
TOTALES	918	370807	717	78	304225	82
ENCUESTA	493	219076	393	80	173760	79
% ENCUESTADOS	54	59				

UP con hasta 350 vacas en sus sistemas, y representan el 83.7 % de las UP y el 48 % del stock total de las UP encuestadas (Figura 1).



**Figura 1.** Distribución del stock de vacas, stock total y de UP por estratos de vacas.

El análisis de los resultados se realizó con las UP que presentaban vacas en su stock y los resultados fueron los siguientes

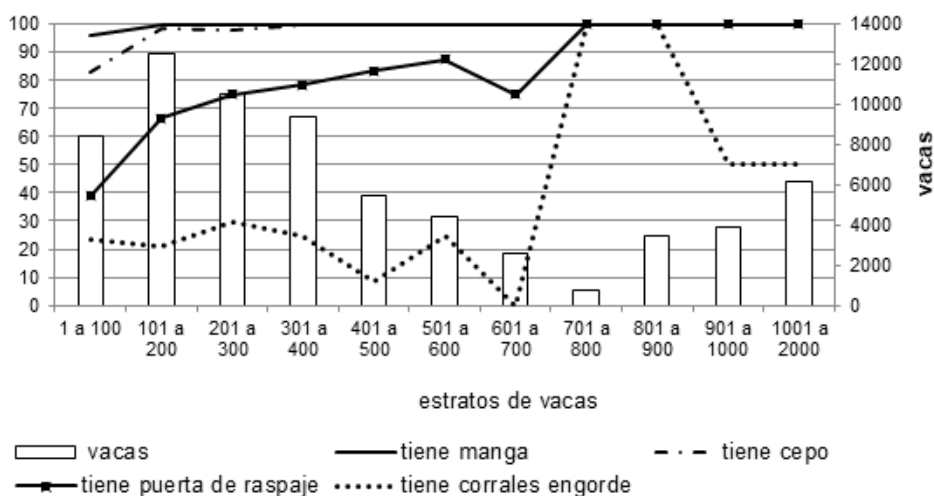
- El 98% de las UP tiene mangas de trabajo
- El 91% de las UP cuenta con cepo para sujeción
- El 56 % de las UP tiene puerta para raspaje
- Solo el 36% de las mismas realizan revisión de toros
- El 67% de las UP realizan la práctica del tacto
- Con respecto al servicio, se puede observar que el 41% de las UP realizan un servicio de 3 (tres) meses, el 16% tiene un servicio de más de 3 (tres) meses, y el 35% de las UP presentan un servicio continuo.
- Un 28% de las UP hacen inseminación artificial (IA) en sus sistemas
- El 23% poseen corrales de engorde.

### Instalaciones y estratos de vacas

Las mayores deficiencias estructurales en relación a la manga se registraron en los estratos de UP de hasta 300 vacas (Figura 2). Si bien no se contempló en esta consulta el estado de conservación, que puede ser muy

variable, la manga es una herramienta necesaria y en algunos casos imprescindible para el manejo ganadero. En el resultado de otra encuesta similar, en el partido de Rauch (Rodríguez et al 2017), donde más del 90% de la UP poseen manga, solo el 71,9% de las mismas consideró que estaban en condiciones aptas para efectuar el raspaje prepucial. La presencia de corrales de engorde estuvo asociado a UP de más 700 vacas.

La comisión de Ganadería de CREA Zona Oeste a través de la Red de Innovación y Desarrollo de la Zona Oeste (RIDZO) informó que, durante 2006-2007, de 144 establecimientos agrícolas-ganaderos que integraban los 18 grupos de la región, el 80 % tienen corrales; de los cuales, alrededor del 25% fueron de recría y el 21% de terminación. El 23 % de los establecimientos utilizaron solamente corral y sólo el 8 % exclusivamente pasto. (Canosa y Oyarvide, 2008). La presencia de corrales de engorde está asociada a los sistemas de ciclo completo más tecnificados, aunque sin notificar existen estructuras simples que podrían no haberse informado.



**Figura 2.** Porcentajes de presencia de manga, cepo, puerta de raspaje y corrales en UP con categoría vacas.

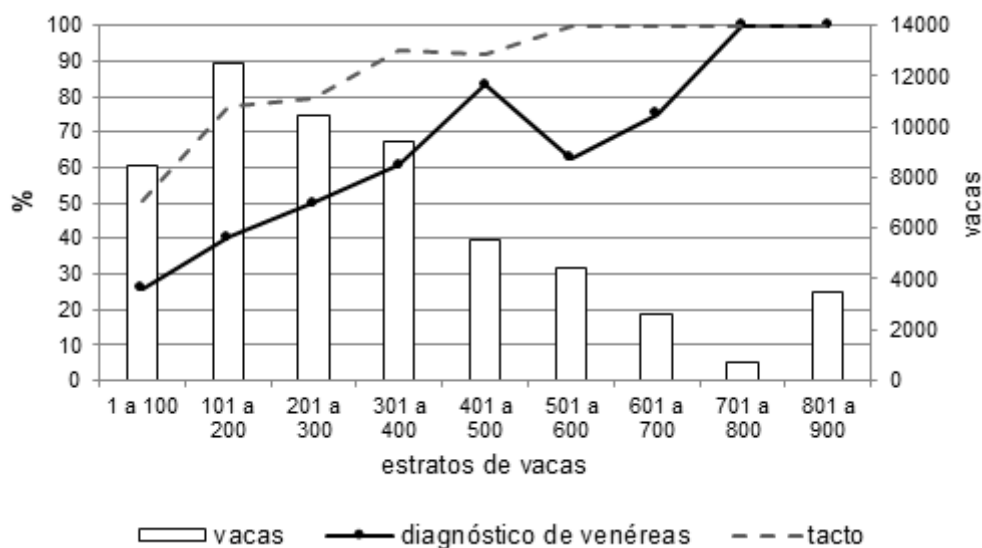


### Raspaje y tacto por estratos

En lo referente a prácticas reproductivas, como el raspaje de toros y el tacto para al diagnóstico de preñez, también están menos presentes en los estratos inferiores. Para el tacto, los porcentajes de adopción son superiores a los de raspaje prepucial y ascienden hacia el 100 % de las respuestas en las UP con más de 500 vacas (Figura 3).

el partido de Gral. Villegas y especialmente reflejadas en las UP de menos de 300 vacas.

Las dificultades de infraestructura, también asociadas a los estratos inferiores, seguramente afectan o impiden la realización de prácticas como el tacto y raspaje, aunque la adopción es baja en UP de hasta 400 vacas, donde la infraestructura es más completa.



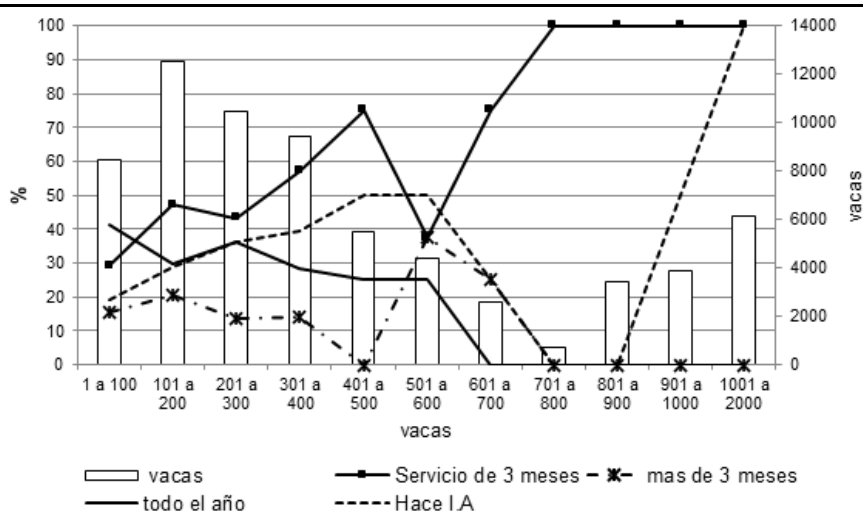
**Figura 3.** Porcentajes de las prácticas de tacto y revisión de toros en las UP con categoría vacas.

Datos registrados por Dillon y colaboradores (2000) mostraron que en establecimientos de la cuenca del Salado el 37% y el 10 % de los establecimientos hacen diagnósticos de preñez del rodeo por tacto total o parcial, respectivamente. Relevamientos en zonas marginales revelan índices de adopción más bajos (Vistarop, et al 2020). El diagnóstico de venéreas en toros está presente en el 25% de los estratos inferiores y asciende hacia el 100 % en estratos superiores a las 700 vacas. Las encuestas que reflejan esta práctica en la cuenca del Salado (51%) y en Rauch (62 %) son superiores a los registrados a en

Al igual que la encuesta de Rauch, los estratos inferiores mostraron los porcentajes de adopción más bajos.

### Manejo del servicio e inseminación artificial

El servicio continuo, asociado a entores de más de 3 meses está presente en las unidades de menos de 300 vacas. (Figura 4) La situación de la IA es más difícil de definir, porque la encuesta no discriminó por categoría de vaca/vaquillona y tampoco al porcentaje de vientres. No obstante, aunque con menor tendencia, parece estar asociada a los estratos más grandes de vacas. (Figura 4)



**Figura 4.** Porcentajes del tipo de servicio reproductivo e Inseminación Artificial (I.A.) aplicado en las UP con categoría vacas.

## CONCLUSIÓN

El presente trabajo brinda información de los sistemas ganaderos del partido de General Villegas en referencia a las instalaciones y las principales prácticas de manejo que se aplican. Las buenas prácticas de manejo de los rodeos de cría como el tacto, revisión de toros y el servicio estacionado, son menos adoptados en las UP con menos de 500 vacas. Esto coincide con la falta de instalaciones que dificulta o impide prácticas como el tacto o la revisión de toros.

Poder identificar y trabajar sobre brechas tecnológicas en los estratos de menos de 350 vacas significa poder mejorar los índices reproductivos en una población cercana a las 65800 vacas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Dillon, J.H., Fernández, D. B., Cacace, P. y Späth E.J.A. 2000. Rev. Arg. Prod. Anim. 324: 325, vol 20 supl. 1.
- Canosa, R.R.; Oyarvide, J. 2008. Radiografía Zona Oeste [presentación powerpoint]. EN: Jornada Tranque- ras Abiertas Ganadera. General Villegas, 22 de agosto de 2008. Buenos Aires: CREA.
- Vistarop, V.A., Larriestra A., Blanco C. Bartolomé J. A 2020 Relevamiento de prácticas de manejo en rodeos de cría del Partido Avellaneda-provincia de Río Negro-Ar- gentina. 43° Congreso de la Asoc. Argentina de Produc- ción Animal – RAPA 2020 Vol. xy, Supl. 1
- Rodríguez, A. M; Soria M. Garralda M.; Lorenzana P.; Unger N. López Valiente S.; Maresca, S. 2017. Diagnós- tico de situación para implementar un plan de control de enfermedades venéreas en el partido de Rauch 40° Congreso de la Asoc. Argentina de Producción Animal – RAPA Vol. xy, Supl. 1
- Campero, C.M.; Martínez, A. 2010. Enfermedades de transmisión sexual en los bovinos. Actualización en En- fermedades de los Bovinos. Azul. Bs. As. 9 p



## CONTACTOS

---

### Estación Experimental General Villegas

#### Sede en General Villegas

San Martín 26 (B6230DCB) General Villegas - Buenos Aires.  
(03388) 422515 e-mail: eeavillegas@inta.gob.ar

### Campo Experimental

Ruta 188 – km 339 C.C 153 (B6230ZBW)  
General Villegas - Buenos Aires.- (03388) 494625

### Agencias de Extensión Rural Lincoln

Mitre 136 (B6070CMD) Lincoln - Buenos Aires  
(02355) 431502 e-mail: aerlincoln@inta.gob.ar

### Agencia de Extensión Rural Pehuajó

Hipólito Yrigoyen 85 (B6450BDA) Pehuajó - Buenos Aires  
(02392) 472347 e-mail: aertlauquen@inta.gob.ar

### Agencia de Extensión Rural Trenque Lauquen

Tte. Gral. Uriburu 259 (B6400AXP) Trenque Lauquen - Buenos Aires  
(02392) 430444 e-mail: aertlauquen@inta.gob.ar

---

### Formamos parte de la Estación Experimental Agropecuaria Gral. Villegas:

---

AGÜERO, Pablo Cesar  
AGÜERO, Patricia Noemí  
AGUIRRE, Mariano Andrés  
ARANO, Gabriela  
ARIGONI, Marcos Nicolás  
AVACA, Federico  
BARRACO, Mirian Raque  
BARRAGÁN, Mariano  
BILOTTA, Juan Agustín  
BORDAGARAY, Javier  
BUFFARINI, Miguel Angel  
BUTRÓN ARENA, Gonzalo  
BUTRÓN, Gastón  
CASERO, Patricia  
CECONI, Irene  
CENTAURE, Ricardo Luis  
CHICHIARELLI, Karina Daniela  
COLIQUEO, Mariana  
CRISTO, Juan Carlos  
DE MATEIS LLERA, Federico  
DIEZ, Marianela  
ECHEVERRÍA, Fernando  
FAUNDES, Neri  
FERRO, Malen  
GEREZ, Rubén Dario  
GIOVINE, Ricardo Francisco  
GONZÁLEZ, Lucas  
HERNÁNDEZ TOSO, Fernanda  
HERRERA, Juan Amilcar  
IACONIS, Agustín Osvaldo  
LANDA, Roberto Omar

MARTÍNEZ, María Fernanda  
MENDEZ, Daniel Gustavo  
MENGHINI, Miguel Alejandro  
MIRANDA, Walter  
MORÁN, Adrian Bartolomé  
MORÁN, Matias Osvaldo  
OLAIZOLA, Mariano Oscar  
PASSONE, Paz de las Mercedes  
PERALTA, Sergio  
PEREYRA, Natalia Valeria  
PÉREZ, Claudio  
PRINGLES, Claudio Adolfo  
QUINTERO, Walter  
QUIROGA, Jonatan  
RANALLI, Pablo Hector  
ROCA, Virginia  
RODRÍGUEZ, Sebastián  
SARDIÑA, María Cecilia  
SCHABER, Cristina  
SIMONDI, Sergio Andrés  
SOLIGNAC, Julián Omar  
SORIA, Daniela Romina  
SPAGNOLO, Javier  
TOLOSA, Eduardo Fabián  
VARAS, Luis  
VARILLAS, Graciela  
VIANO, Sergio  
VIDELA, Jose Maria  
VICONDO, Elisa



**Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**  
**Estación Experimental Agropecuaria General Villegas**







NITRAP AGROBIOLÓGICOS

**En constante desarrollo  
de productos innovadores  
de origen biológico.**

Los **bioinsumos** permiten  
abordar diversas problemáticas:

- No generan resistencia de las plagas y patógenos.
- Control de plagas y enfermedades.
- Inducción de defensas.
- Promoción del crecimiento y desarrollo vegetal.
- Disminuye la demanda de recursos no renovables para su producción.
- No deja trazas de residuos tóxicos en los alimentos.
- Herramienta biotecnológica que brinda soluciones al sector en el contexto de las Buenas Prácticas Agrícolas.
- Permite generar alimentos inocuos y sustentables ambientalmente.

[www.nitrap.com.ar](http://www.nitrap.com.ar)

   nitrapagro

REVOLUCIÓN  
**biológica**

**NITRAP**<sup>®</sup>  
AGROBIOLÓGICOS



 INTA General Villegas  
   @inta\_villegas  
 INTA Villegas

Estación Experimental Agropecuaria General Villegas  
[Inta.gob.ar/villegas](http://Inta.gob.ar/villegas)  
[eevillegas@inta.gob.ar](mailto:eevillegas@inta.gob.ar)

**ISSN 1850-6038**



**Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria  
Argentina**