

Boletín de Producción Animal

ISSN 2796-9754

N° 11 - Junio de 2026

El contenido de este Boletín puede ser utilizado,
haciendo mención explícita de la fuente.

Secretaría de Investigación, Extensión y Posgrado-Facultad de Agronomía-UNLPam
Ruta Nac. 35 Km 334- cc 330- Santa Rosa- La Pampa



Contenido

Editorial	2
Unidad de Producción Ovina: balance forrajero período 2024-2025 . .	4
Ganadería de precisión: medir el forraje es el Km 0	8
Inoculación en leguminosas forrajeras: una práctica clave para sistemas pastoriles sustentables	15
Reserva de carbono en un establecimiento con ganadería integrada en el bosque de caldén	23
Dra. Liliana Saluzzi (1956-2002): una huella que perdura en esta Facultad	28
Nota institucional	34

Comité Editorial

Editoras responsables:

Dra. Isabel Gigli (igigli@agro.unlpam.edu.ar)

Dra. María Lía Molas (lmolas@agro.unlpam.edu.ar)

Responsable de Diseño y Corrección:

Ing. Agr. Ricardo R. Zapata (zapataricardo@agro.unlpam.edu.ar)

Boletín de Producción Animal: publicación semestral con revisión editorial.

Lo expresado por los autores no necesariamente refleja el pensamiento del comité editorial, ni significa la posición o el respaldo de la Facultad de Agronomía o de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam).

Editorial

Bienvenidos a un nuevo número del BOLETÍN de PRODUCCIÓN ANIMAL.

Este espacio busca difundir experiencias, conocimientos y actividades vinculadas con la producción animal. Si bien surge desde el Área de Producción Animal de la Facultad de Agronomía de la UNLPam, busca fortalecer los vínculos entre la universidad y el sector productivo mediante la difusión de experiencias, conocimientos y actividades de interés regional.

Los artículos que integran este número reflejan algunos de los desafíos y oportunidades que enfrenta actualmente el sector productivo.

La planificación forrajera constituye una herramienta importante para anticipar desbalances entre la oferta de alimento y los requerimientos animales. Integrantes de la Unidad de Producción Ovina de la Facultad de Agronomía presentan el balance forrajero correspondiente al período 2024-2025, identificando momentos de déficit y exceso de forraje

La información que aporta un balance forrajero depende, en gran medida, de la calidad de las mediciones realizadas en el campo. En este sentido, una nueva entrega de la serie sobre ganadería de precisión, presentado por Ricardo Zapata y Daniela Echevarría, recorre distintas herramientas tecnológicas. El artículo destaca que la toma de decisiones basada en datos objetivos constituye un paso clave hacia sistemas ganaderos más eficientes.

En estrecha relación con la producción y calidad de los recursos forrajeros, las leguminosas cumplen un rol fundamental por su capacidad de asociarse con bacterias fijadoras de nitrógeno conocidas como rizobios. La cátedra de Microbiología Agrícola aborda la técnica de inoculación de bacterias seleccionadas en semillas forrajeras. Esta técnica contribuye a mejorar el crecimiento de las plantas, optimizar el aporte de nitrógeno al sistema y favorecer una adecuada implantación de las pasturas.

Del nitrógeno pasamos al carbono. La sustentabilidad de la producción ganadera también depende de la conservación de los ecosistemas donde se desarrolla. En esta línea el siguiente artículo, analiza los desafíos que enfrenta el caldenal en un contexto de degradación ambiental y cambio climático, destacando el papel de los sistemas silvopastoriles y la importancia del bosque de caldén como reservorio de carbono.

Este número se completa con una semblanza de la Dra. Liliana Saluzzi, elaborada por Horacio Pagella. El texto recupera aspectos de su trayectoria académica, científica y humana, contribuyendo a preservar la memoria de una docente e investigadora que dejó una profunda huella en nuestra Facultad

Por último, compartimos una breve reseña de la visita de alumnos de tercer grado del Colegio Domingo Savio, quienes recorrieron distintas unidades productivas de la institución, fortaleciendo el vínculo entre la Facultad y la comunidad.

Equipo Editorial – Facultad de Agronomía, UNLPam

Unidad de Producción Ovina: balance forrajero período 2024-2025

Marcelo R. Real Ortellado¹, Romina Beierbach¹ y Berenice Cerrato¹

¹Facultad de Agronomía, UNLPam.

jmreal@agro.unlpam.edu.ar

Introducción

La planificación forrajera es el conjunto de estrategias para el corto, mediano y largo plazo que consiste en la previsión en el tiempo del balance entre la oferta alimenticia y la demanda ganadera. La misma permite prever situaciones y desarrollar estrategias para hacer frente a condiciones ambientales variables (Recavarren *et al.*, 2021).

Esta planificación también se puede materializar mediante el balance forrajero, que nos dice la diferencia que hay entre la cantidad de alimentos disponibles (pastos, rastrojos, granos, heno y suplementos) y el consumo de los animales (que depende de la cantidad y el peso de los animales) (Castelan *et al.*, 2014).



Figura 1. Unidad de Producción Ovina FA-UNLPam

De acuerdo a varios autores, existen al menos 3 tipos de balance forrajero:

- El balance forrajero perspectivo: tiene como objetivo principal la planificación científica de la alimentación y actividades técnico económicas que regulan el flujo tecnológico en una empresa agropecuaria.
- El balance forrajero histórico: se realiza con la finalidad de analizar los aspectos que han influido en la producción de años anteriores.
- El balance forrajero instantáneo: tiene la finalidad de analizar con mayor precisión lo que ocurre en un período de pastoreo corto, en un determinado lote de forraje o con animales en encierre.

En nuestro caso que presentamos aquí, realizamos en primer lugar el balance forrajero histórico (años 2024 y 2025) para visualizar periodos de déficit y exceso de alimento para luego planificar las futuras siembras de forrajes, considerando superficies y especies a emplear.

Producción forrajera, manejo de animales y Balance Forrajero

La Unidad de Producción Ovina de la Facultad de Agronomía UNLPam, consta de 24 has y una majada dedicada en forma principal a la producción de corderos livianos (hasta 20 kg de peso vivo).

En los años 2024 y 2025, la principal fuente de forraje fue el verdeo anual, siendo los cultivos de 12 ha de avena y 12 ha de moha los que cumplieron con dicha función.

El manejo fue de tipo pastoreo rotativo, con parcelas divididas por alambrado eléctrico. En forma anual, un sector del cultivo de moha (6 ha) se destinó a la confección de rollos, los cuales se emplearon para alimentación en los meses de animales con encierre (servicio a corral y parición) y como reservas en caso que fuese necesario.

La majada ovina estuvo compuesta por 80 vientres promedio, el manejo productivo fue con doble servicio anual (40 vientres en otoño y 40 vientres en diciembre) con destete de corderos a los 2,5 a 3 meses según peso de los mismos. El tipo de servicio que se realizó es el dirigido a corral con monta natural; y los periodos de pariciones fueron todos a corral.

Durante el periodo analizado, las precipitaciones ocurridas tuvieron un promedio total anual de 639,5 mm y 53,3 mm mensual (Figura 2), donde se observan la alternancia de meses con mayor precipitación (otoño y primavera) y con meses de escasas lluvias (invierno).

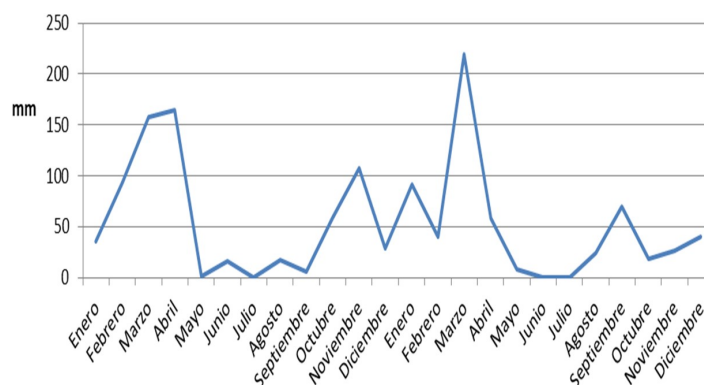


Figura 2. Precipitación (en mm) durante los años 2024 y 2025 en la Unidad de Producción Ovina FA-UNLPam (fuente: Cátedra de Agroclimatología, Facultad de Agronomía UNLPam).

Resultados

Con los datos de producción de forraje, entrega de rollos en corrales y los requerimientos de la majada, se elaboró el balance forrajero de 2024 y 2025 (Figura 3).

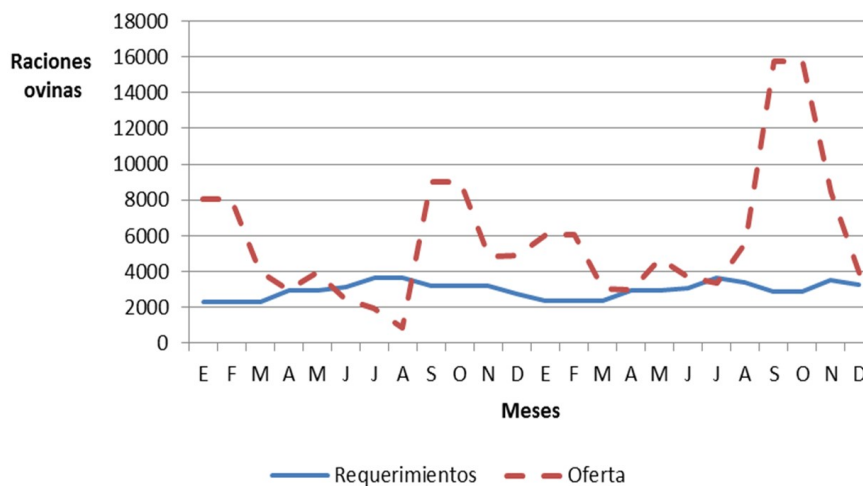


Figura 3. Oferta y requerimiento de forraje (en Equivalente Oveja - EO), en 2024 y 2025 en la Unidad de Producción Ovina FA-UNLPam

La oferta forrajera resultó compuesta por 83 y 88 % de forraje de pastoreo directo en los años 2024 y 2025 respectivamente, el resto de la oferta fue con aporte de rollos de moha cosechados en la misma unidad (Tabla 1 y Figura 4).

Tabla 1. Oferta forrajera de los verdeos y rollos de los años 2024 y 2025 en la Unidad de Producción Ovina de la Facultad de Agronomía UNLPam.

	2024	2025
MS de Verdeos (kg)	72.000	90.000
MS de Rollos (kg)	11.500	11.500
Total kg de MS	83.500	101.500

Por su parte, los requerimientos fueron de 2966 y 2971 equivalentes ovejas (EO) durante 2024 y 2025 respectivamente.

Se observa en los 24 meses analizados que:

- hubo déficit de forraje en invierno de 2024.
- la mayor parte del tiempo hubo exceso de forraje.
- los meses de abril y agosto fueron críticos, ya que si bien el balance fue positivo, la principal fuente de alimento fueron los rollos. Esto se debe a que el servicio y parición de las ovejas se realiza en corrales.

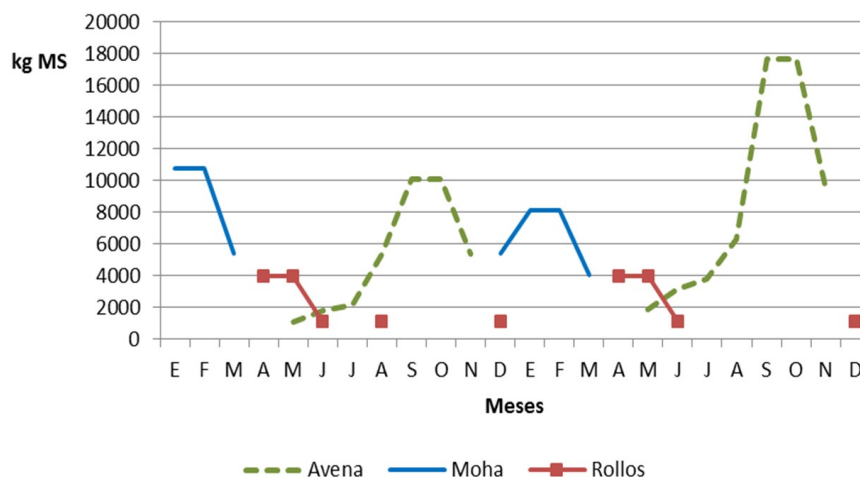


Figura 4. Composición de la oferta forrajera (kg de MS), en los años 2024 y 2025 en la Unidad de Producción Ovina FA-UNLPam

Como aspecto a considerar a futuro, es necesario:

- adelantar la fecha de siembra en los verdes de invierno, para llegar al mes de abril con mejor oferta forrajera.
- incorporar la implantación de algún tipo de pastura perenne, a modo de reducir las labranzas y prevenir situaciones ambientales que afecten la correcta siembra de cultivos anuales y su producción forrajera.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Lic. Ana Alomar y Cátedra de Agroclimatología por facilitar la información agroclimática del sitio.

Bibliografía

- Castelan, M. E., Hack, C. M., & Porta, M. (2014). *Balance forrajero*. Instituto Agrotécnico “Pedro M. Fuentes Godo”, Universidad Nacional del Nordeste.
- Recavarren, P., Iturralde, M., Leaden, K., Martinefsky, M. J., & Figliuolo, A. (2021). *Tablas prácticas para la presupuestación forrajera en el centro de Buenos Aires*. Ediciones INTA, Serie Breves, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce.

Ganadería de precisión: medir el forraje es el Km 0

Ricardo Raúl Zapata¹ y Daniela Carola Echevarria²

¹UNLPam, Facultad de Agronomía

²INTA, EEA Anguil

zapataricardo@agro.unlpam.edu.ar

Introducción

“No poner el carro adelante del caballo”. Esa debería ser la premisa a tener en mente al conducir un planteo de ganadería de precisión. Las tecnologías emergentes suelen encandilar con las funcionalidades que prometen; sin embargo, en muchos casos, mejoras en la producción son posibles con herramientas sencillas y de bajo costo. En esta tercera entrega sobre tecnologías para una ganadería pastoril más eficiente, proponemos un breve repaso de los métodos disponibles para el monitoreo de pasturas. Optimizar el manejo de un sistema ganadero pastoril implica maximizar en lo posible tres eficiencias: la de producción de forraje, cosecha del mismo y conversión en producto animal (carne, leche o lana).

Para lograr una utilización correcta del forraje producido primero se debe conocer la oferta disponible; en otras palabras, cuánto hay. Aunque este concepto no es nuevo ni desconocido, suele ser un aspecto descuidado por quien trabaja en el terreno frente a la dinámica diaria de los sistemas productivos ganaderos, que conduce a priorizar otras urgencias operativas. Si bien el método del “dígito oscilante” o “masomenímetro” ofrece una estimación aceptable en personas que han trabajado durante mucho tiempo manejando el pastoreo, no deja de ser algo subjetivo y del que, en general, no se lleva registro.

El corte directo del forraje en una superficie conocida para calcular la cantidad de materia seca (MS) aún hoy se considera el método más preciso con el que se cuenta. En la práctica se deberían realizar monitoreos frecuentes en cada recurso forrajero presente en un sistema productivo. Los datos obtenidos en estas recorridas son el insumo para tomar decisiones estratégicas, como la superficie a asignar por cada animal, planificar la confección de reservas o la necesidad de suplementar.

Sin embargo, este muestreo demanda tiempo: caminar el lote, cortar, pesar, secar y volver a pesar. La rutina puede volverse tediosa, pero debería ser la base para un correcto manejo. La buena noticia es que la tecnología avanza y es posible encontrar en el mercado

algunas herramientas que pueden agilizar este proceso y dejar más tiempo disponible para dedicarlo a analizar los datos obtenidos e identificar aspectos en los que se puede mejorar.

Desarrollos comerciales

Antes de describir las tecnologías disponibles, cabe destacar la importancia de realizarlos de manera frecuente más que del tipo de herramienta que se utilice. Los métodos para estimar la disponibilidad de forraje (kg MS ha^{-1}) pueden clasificarse en directos (destructivos) e indirectos (no destructivos, que requieren calibración previa). Como se mencionó previamente, el método directo es el de referencia y consiste en cortar y pesar el material vegetal presente en una superficie conocida ($0,1 - 0,25 \text{ m}^2$; Figura 1). La altura de corte suele definirse de manera arbitraria, siendo a nivel del suelo o a la “altura del puño” las más utilizadas. Un microondas es suficiente para secar las muestras obtenidas en poco tiempo. Al considerarse como método de referencia para calibrar los indirectos es importante relevar un amplio rango de condiciones de la pastura para robustecer la ecuación matemática.

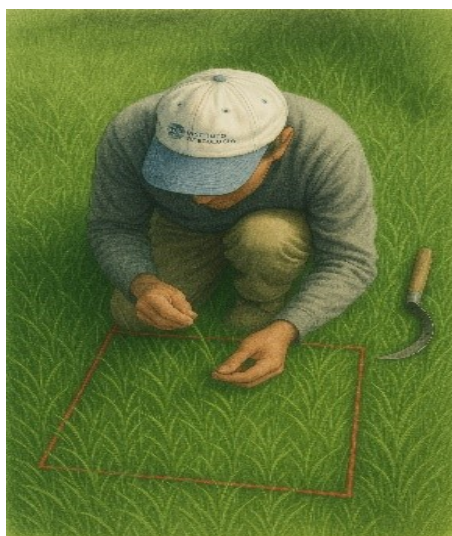


Figura 1. Marco y hoz utilizados para cortar la biomasa aérea en una superficie conocida de una pastura y estimar la disponibilidad de forraje (kg MS ha^{-1}). Imagen generada con Copilot ®.

Entre los métodos indirectos se pueden mencionar las reglas, platos medidores, sensores portátiles, de arrastre y remotos. Todos requieren una calibración que abarque la mayor cantidad de estados posibles. La regla graduada permite estimar el forraje disponible a partir de relacionarla con una altura (Figura 2a). La calibración debe hacerse para cada recurso forrajero en las distintas estaciones del año. Su uso es práctico y rápido, debe colocarse un objeto plano que comprima el pasto o incluso se propone hacerlo con la mano, y se leen los kg MS ha^{-1} que corresponden a esa altura.

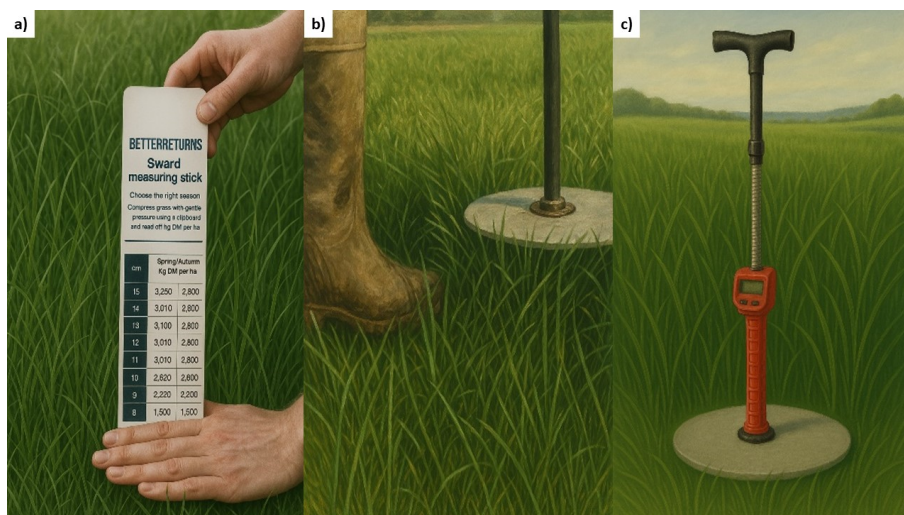


Figura 2. Regla graduada (a), pasturómetro mecánico (b) y electrónico (c). Imágenes generadas con Copilot ®.

Los pasturómetros pueden ser mecánicos o electrónicos (Figura 2b y 2c respectivamente) y funcionan de manera similar a las reglas graduadas, solo que el mecanismo de compresión está integrado a la herramienta. Los del primer tipo indican la altura comprimida (cm) por un plato en una escala presente en la varilla que conforma el pasturómetro, mientras que los electrónicos permiten mostrar en tiempo real los kg MS ha^{-1} al relacionar los datos con las ecuaciones obtenidas a partir de la calibración. Para que el dato sea confiable es necesario asegurar que la placa está en posición paralela al suelo al momento de realizar las lecturas.

El Grasshopper es un pasturómetro de placa mejorado (Figura 3). Incorpora un sensor ultrasónico que mide la altura del pasto comprimido y lo traduce en volumen. Además, ese sensor permite controlar el ángulo de medición eliminando los errores humanos por caída o inclinación incorrecta del plato. Tiene capacidad para conectarse vía bluetooth a un smartphone y transferir los datos en tiempo real; si el lote cuenta con acceso a internet, la información se almacena en la nube. Poseen además un GPS integrado, que georreferencia cada punto de muestreo y permite mapear los distintos lotes del establecimiento productivo. Además, su software facilita la gestión del pastoreo: si el usuario ingresa el número de animales y la asignación de forraje diaria requerida, la aplicación calcula las coordenadas donde deben colocarse las varillas del alambrado eléctrico.

Dado que permite acceder a los datos recolectados en tiempo real, es posible tomar decisiones a distancia. De hecho, esta herramienta ya se está utilizando en países como Irlanda, donde alimenta una base de datos nacional de producción forrajera, en la que las estaciones agropecuarias estatales y productores aportan datos.



Figura 3. Grasshopper, pasturómetro con sensor ultrasónico que optimiza la precisión de los datos que se toman, GPS y bluetooth. Imagen generada con Copilot ®.

Los dispositivos ultrasónicos también se presentan en versiones portátiles, adaptables a vehículos como camionetas o cuatriciclos (Figura 4a). Al igual que el Grasshopper, transmiten la información de forma remota o vía Bluetooth. Sin embargo, en este caso la calibración es más vidriosa, ya que factores como el peso del conductor, carga del vehículo o la presión de inflado de los neumáticos pueden alterar la altura del sensor respecto al suelo y disminuir el valor de la medida obtenida.

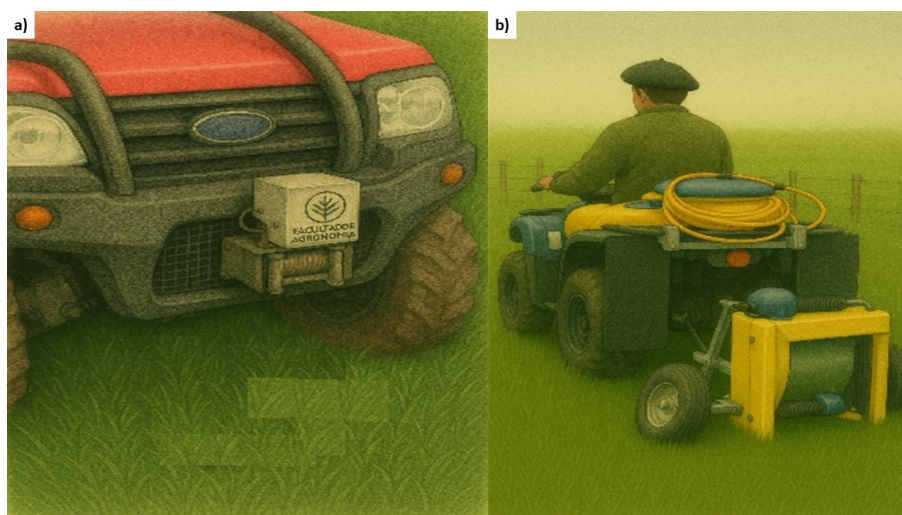


Figura 4. Dispositivo ultrasónico montado en una camioneta (a) y medidor de forraje de arrastre C-Dax ® (b). Imágenes generadas con Copilot ®.

El C-Dax ® (Figura 4b) es un instrumento que mide la altura del forraje mediante 18 haces de luz infrarroja a una tasa de 200 mediciones/segundo, lo que le permite detectar variaciones desde 20 mm. Su principal ventaja operativa radica en la posibilidad de tomar mediciones continuas a alta velocidad (hasta 20 km h^{-1} , aunque se recomienda evitarlo para asegurar estabilidad), además de ser rústico y soportar condiciones del ambiente

adversas como lluvia, polvo en suspensión e irregularidades del terreno. Las versiones más recientes incorporan una carretilla elevadora del dispositivo para adaptarlo a terrenos muy irregulares.

En los últimos años ha crecido el interés por los VANTs (vehículos aéreos no tripulados; Figura 5a) gracias a la reducción en su costo y al desarrollo de interfaces de manejo intuitivas. Esto abrió camino a una nueva metodología de monitoreo: sobrevolar el lote con un dron equipado con sensores de alta resolución (cámaras multiespectrales o RGB convencionales) y sistemas GPS de alta precisión. Los receptores GPS del equipo determinan la posición del dron (latitud, longitud y altitud).

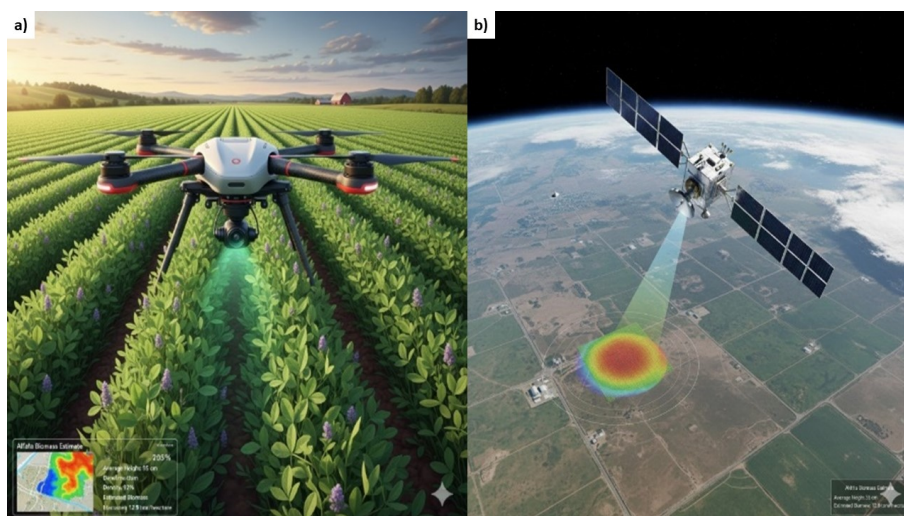


Figura 5. Vehículo aéreo no tripulado (VANT o dron; a), con cámara multiespectral y GPS y satélite con sensores ópticos y térmicos b). Imágenes generadas con Gemini®.

Al obtener el dato de altura inicial del sitio de despegue y el de altura en que se realiza el vuelo se puede realizar un Modelo Digital de Elevación (DEM) para todo el lote. Al mismo tiempo, la cámara a bordo (RGB, multiespectral o térmica) puede estimar la distancia desde el dron hacia los objetos sobrevolados y así obtener un Modelo Digital de Superficie (DSM). La diferencia entre estos dos modelos resulta en la altura de la vegetación capturada durante el vuelo.

Aunque parece un método sencillo, este cálculo rápido de diferencias de altura tiene sus restricciones. La precisión de la medición está relacionada con el tamaño del píxel de la cámara, el cual está condicionado por la altura de vuelo, la precisión del GPS y la resolución del sensor. Por ejemplo: un vuelo a 60 m de altura con una cámara multiespectral como la MicaSense RedEdge-P® genera un píxel de 3,8 cm en superficie. Como la precisión en altura varía entre 1 y 3 veces este valor, el error puede ir de 3,8 a 11,4 cm; es decir, cualquier variación en la altura del forraje menor a esos 11 cm no será detectada. En este punto es donde adquiere relevancia la elección del equipo en función

del objetivo de uso. Para graficar con un ejemplo, si se requiere precisión, el dron Delair El UX11, posee una autonomía de vuelo de 80 minutos y permite cartografiar hasta 120 ha a una altura de 120 m, con una resolución de 1,7 cm/píxel (en plano). El margen de error vertical oscila entre 1,7 y 5,1 cm, situación que mejora la sensibilidad para detectar cambios sutiles en la pastura.

A diferencia de la flexibilidad que nos brindan los drones de establecer “cómo y cuándo volar”, los satélites de monitoreo terrestre orbitan el planeta con una frecuencia fija y predeterminada. Aunque también cuentan con sensores similares a los que poseen los drones, su distancia respecto a la superficie terrestre pone en juego otras variables. En este caso la respuesta espectral de la pastura adquiere mayor importancia; mediante la combinación de bandas ópticas e infrarrojas es posible elaborar índices que estiman la productividad según el vigor fotosintético y la densidad de biomasa verde. La limitante en imágenes gratuitas suele ser la resolución espacial, en general superior a 10 m/píxel. No obstante, es posible acceder a imágenes pagas de hasta 30 cm/píxel.

Posibilidades que brindan estas tecnologías

El verdadero salto al incorporar estas herramientas no es solo el dato puntual, sino la capacidad de presupuestar el forraje a escala de establecimiento. Cambiar el enfoque hacia una gestión basada en datos nos permite maximizar la eficiencia de cosecha y anticiparnos a baches forrajeros que en definitiva afectan la producción de carne, leche o lana, objetivo final en un sistema de producción ganadera.

Aquí es donde las tecnologías de procesos muestran su mayor ventaja: resuelven ineficiencias críticas en el lote sin la necesidad de incurrir en altas erogaciones de capital. Si cuantificamos los kg MS que se pierden por hectárea al ingresar tarde a un pastoreo o el costo de perjudicar un recurso por sobrepastoreo, la adopción de cualquiera de estos dispositivos se paga sola en la primera campaña.

El método directo de cortar y pesar forraje continúa siendo indispensable para calibrar los demás ejemplos presentados. Sin embargo, la ventaja es operativa: una vez ajustados los coeficientes el esfuerzo de recolección de datos disminuye drásticamente y el monitoreo se transforma en una tarea ágil que puede integrarse a las recorridas habituales por el establecimiento.

Consideraciones finales

La ganadería de precisión no empieza con drones ni con sensores sofisticados: inicia con la firme decisión de medir el forraje. Sin datos confiables cualquier estrategia de manejo se convierte en un ensayo a ciegas. No se trata de reemplazar la experiencia del ojo entrenado, sino de potenciarla y complementarla con información objetiva que reduzca la incertidumbre.

Las herramientas presentadas son útiles en la medida que el monitoreo deje de ser ocasional y se convierta en un hábito. El “método ideal” no existe; desde una regla graduada hasta el satélite con el sensor más preciso son válidos si se adaptan a la estructura del sistema productivo en que se quieran utilizar. Al momento de elegir, la clave está en considerar la escala del establecimiento y la preferencia operativa del personal que estará a cargo de utilizar la herramienta y/o tomar las decisiones en el lote.

Inoculación en leguminosas forrajeras: una práctica clave para sistemas pastoriles sustentables

Lucas Dalmasso¹, Delfina Ratto¹, Bautista Walter Omar Vaccaro¹ y María Eugenia Gallace¹

¹ UNLPam, Facultad de Agronomía
dalmassolucas@agro.unlpam.edu.ar

Introducción

Las leguminosas forrajeras son un componente central de los sistemas ganaderos pastoriles debido a su excelente calidad nutricional, capacidad de producción de biomasa y aporte de nitrógeno al sistema. Uno de los aspectos más relevantes de las leguminosas es su capacidad de establecer asociaciones simbióticas con bacterias del suelo conocidas como rizobios. A través de esta interacción, las bacterias forman estructuras especializadas llamadas nódulos en las raíces, donde ocurre la fijación biológica de nitrógeno (FBN), proceso mediante el cual el nitrógeno atmosférico es transformado en formas aprovechables para la planta (Figura 1).



Figura 1. Nódulos de vicia (izquierda), nódulos de alfalfa (derecha).

La capacidad de las leguminosas forrajeras para establecer asociaciones simbióticas con bacterias fijadoras de nitrógeno constituye uno de los principales fundamentos biológicos de su aporte a la sustentabilidad de los sistemas pastoriles. En este contexto, la inoculación de semillas constituye una práctica sencilla y de bajo costo que puede generar importantes beneficios productivos.

Desde la cátedra de Microbiología Agrícola de la Facultad de Agronomía de la UNLPam, se desarrollan actividades vinculadas con la evaluación y control de calidad de inoculantes, tanto en laboratorio como a campo, así como servicios de asistencia y análisis para terceros, incluyendo productores y empresas del sector. En este marco, integrantes de la cátedra participan activamente en la Subcomisión REDCAI (Red de Control de la Calidad de Inoculantes), dependiente de la División de Microbiología Agrícola y Ambiental (DiMAyA) de la Asociación Argentina de Microbiología, conformada por profesionales del ámbito público y privado involucrados en producción, desarrollo, investigación y control de calidad de inoculantes.

Mediante la FBN, estas especies son capaces de incorporar nitrógeno atmosférico al sistema productivo, reduciendo la dependencia de fertilizantes nitrogenados de síntesis, mejorando la calidad nutritiva del forraje y contribuyendo al mantenimiento de la fertilidad del suelo. Sin embargo, la magnitud de este aporte depende de múltiples factores, entre ellos la especie vegetal, la cepa bacteriana involucrada, las condiciones edafoclimáticas, el manejo agronómico y la eficiencia de la simbiosis establecida.

La Tabla 1 resume valores reportados en la literatura científica para distintas leguminosas forrajeras de interés productivo, incluyendo alfalfa (*Medicago sativa*), tréboles (*Trifolium spp.*), lotus (*Lotus spp.*), melilotus (*Melilotus spp.*) y vicia (*Vicia spp.*). Se presentan los porcentajes estimados de nitrógeno derivado de la fijación biológica (%FBN), así como el aporte potencial de nitrógeno al sistema expresado en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$, considerando antecedentes experimentales publicados en diferentes ambientes de producción. Asimismo, se incluyen las principales referencias bibliográficas utilizadas como sustento de los valores reportados.

Tabla 1. Aporte de nitrógeno a los sistemas derivado de la fijación biológica de leguminosas forrajeras. Adaptada de Piccinetti y Peticari (2022).

Nombre común	Nombre científico	FBN (%)	N derivado de		Referencias
			FBN	(kg·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	28 - 86	113 - 426	Racca <i>et al.</i> (2001)	
				Racca <i>et al.</i> (2013)	
				Jozefkowicz <i>et al.</i> (2017)	
				Unkovich (2012)	
Dear y Peoples (2010)					
Trébol	<i>Trifolium repens</i>	61 - 97	23 - 327	Danso <i>et al.</i> (1991)	
				Kumar y Goh (2000)	
				Campillo <i>et al.</i> (2003)	
	<i>Trifolium pratense</i>	52	79	Irisarri <i>et al.</i> (2019)	
				Unkovich (2012)	
Lotus	<i>Lotus tenuis</i>	80	35	Sparrow <i>et al.</i> (1995)	
	<i>Lotus corniculatus</i>	87 - 95	68	Campestre <i>et al.</i> (2024)	
Melilotus	<i>Melilotus alba</i> ,	62	92	Danso <i>et al.</i> (1991)	
	<i>M. officinalis</i>			Sparrow <i>et al.</i> (1995)	
Vicia	<i>Vicia sativa</i> ,	3 - 99	1 - 304	Enrico <i>et al.</i> (2020)	
	<i>V. villosa</i>			Perrone (2018)	

Debe considerarse que los valores expuestos representan rangos de referencia y no magnitudes absolutas, ya que la eficiencia de la FBN puede variar considerablemente según la disponibilidad de nutrientes, la inoculación y compatibilidad con cepas específicas, el estado hídrico del suelo, la temperatura, el pH del suelo y el nivel de establecimiento del cultivo. En este sentido, la correcta inoculación de la semilla con cepas seleccionadas y adaptadas constituye una práctica clave para maximizar el desempeño productivo y el aporte de nitrógeno de las leguminosas en sistemas pastoriles sustentables.

¿Por qué inocular las semillas?

Para que la FBN ocurra de manera eficiente, es necesario que las plantas establezcan una asociación adecuada con bacterias específicas capaces de nodular sus raíces. Sin embargo, la presencia de estos microorganismos en el suelo no siempre garantiza una

nodulación efectiva, especialmente en lotes con escasa historia de leguminosas, condiciones ambientales adversas o baja supervivencia bacteriana.

La inoculación consiste en incorporar sobre la semilla bacterias seleccionadas y específicas para cada especie forrajera, favoreciendo una rápida colonización de las raíces y una adecuada formación de nódulos. Esta práctica permite mejorar el crecimiento inicial de las plantas, optimizar el aporte de nitrógeno al cultivo y favorecer una mejor implantación de la pastura.

En especies como alfalfa, una correcta inoculación adquiere especial relevancia debido a los elevados requerimientos de nitrógeno asociados a su alta producción de biomasa. Diversos trabajos han demostrado que la inoculación puede incrementar la nodulación, la producción de materia seca y la persistencia de las pasturas, particularmente en ambientes con limitaciones edáficas o climáticas.

Además, aun en lotes con antecedentes de leguminosas, la inoculación continúa siendo una práctica recomendada. Factores como altas temperaturas, sequía, acidez, salinidad o prolongados períodos sin cultivo hospedante pueden afectar la supervivencia y eficiencia de las poblaciones bacterianas presentes en el suelo.

Formas de inoculación en leguminosas forrajeras

Actualmente existen diferentes formas de aplicar inoculantes en leguminosas forrajeras, cuya elección depende del cultivo, la escala de producción y las condiciones de siembra. La forma más difundida consiste en la inoculación directa sobre la semilla, mediante productos líquidos o en turba aplicados previo a la siembra. En estos casos, resulta importante asegurar una adecuada cobertura de las semillas y minimizar el tiempo entre inoculación y siembra para favorecer la supervivencia bacteriana.

En algunas especies forrajeras también se utilizan semillas pre-inoculadas, peletizadas o pildoradas, que incorporan el inoculante junto con materiales protectores y recubrimientos que facilitan la implantación. Sin embargo, la calidad del almacenamiento y el tiempo transcurrido desde el tratamiento pueden influir sobre la viabilidad de las bacterias.

Independientemente de la tecnología utilizada, el éxito de la inoculación depende de la correcta manipulación y conservación de los inoculantes, así como del uso de productos específicos y de calidad comprobada.

Consideraciones prácticas y factores que influyen en el éxito de la inoculación

Dado que los inoculantes biológicos contienen microorganismos vivos, su correcta manipulación resulta determinante para asegurar la supervivencia microbiana y, en consecuencia, la eficacia del proceso de nodulación y fijación biológica de nitrógeno. En este sentido, el éxito de la inoculación depende tanto de la calidad y manejo del inoculante como de las condiciones ambientales y edáficas en las que se establece la simbiosis. Una práctica de inoculación inadecuada puede comprometer significativamente la respuesta del cultivo, aun cuando se utilicen cepas de alta eficiencia.

Antes de la inoculación, es fundamental prestar atención a las condiciones de almacenamiento del producto. Debido a la sensibilidad de los microorganismos frente a temperaturas elevadas y radiación solar, el inoculante debe conservarse refrigerado y, cuando ello no sea posible, mantenerse en ambientes frescos, preferentemente por debajo de los 25 °C, secos y protegidos de la luz directa. Asimismo, debe verificarse la fecha de vencimiento del producto y asegurarse que haya sido almacenado bajo condiciones adecuadas desde su adquisición hasta el momento de uso, ya que la viabilidad bacteriana disminuye progresivamente cuando se rompe la cadena de conservación. Del mismo modo, resulta indispensable utilizar inoculantes específicos para cada especie leguminosa, formulados con cepas compatibles y recomendadas para el cultivo objetivo.

Durante la inoculación, resulta indispensable verificar la compatibilidad del inoculante con otros productos aplicados a la semilla, tales como fungicidas o insecticidas, así como respetar las dosis recomendadas por el fabricante. Asimismo, debe procurarse una distribución homogénea del inoculante sobre toda la masa de semillas, dado que la uniformidad de cobertura constituye un aspecto central para el éxito del proceso (Figura 2). Cada semilla debe entrar en contacto con una cantidad suficiente de bacterias viables a fin de favorecer una adecuada colonización de las raíces y una eficiente nodulación luego de la germinación. Del mismo modo, debe evitarse un tiempo excesivo de mezclado o agitación de las semillas tratadas, puesto que una manipulación prolongada puede generar abrasión mecánica, dañar el tegumento y reducir el poder germinativo.

Una vez inoculada la semilla, se recomienda permitir un breve período de absorción del producto en condiciones frescas y protegidas de la radiación solar, favoreciendo la adherencia del inoculante y reduciendo problemas operativos, tales como atoramientos en el cajón de semillas o en los mecanismos de distribución de la sembradora. No obstante, el tiempo transcurrido entre la inoculación y la siembra no debería prolongarse excesivamente; en términos prácticos, se aconseja no superar las cuatro horas, a fin de minimizar pérdidas de viabilidad bacteriana, especialmente cuando la semilla recibe tratamientos fitosanitarios.



Figura 2. Nódulos de vicia (izquierda), nódulos de alfalfa (derecha).

Esta recomendación admite excepciones en el caso de formulaciones especialmente diseñadas para prolongar la supervivencia de los microorganismos sobre la semilla, las cuales permiten intervalos mayores entre inoculación y siembra. Según el producto comercial y las condiciones de manejo, dichos plazos pueden extenderse desde 24 horas hasta 15 días e, incluso, alcanzar aproximadamente 60 días, siempre respetando las indicaciones específicas del fabricante.

Las condiciones del suelo también influyen significativamente sobre el establecimiento de la simbiosis. Factores como déficit hídrico, salinidad, acidez o alcalinidad extrema, temperaturas desfavorables, baja fertilidad (particularmente deficiencias de fósforo) y limitaciones físicas del suelo pueden afectar negativamente la supervivencia de los rizobios y reducir la formación de nódulos efectivos. Del mismo modo, la presencia de altas concentraciones de nitrógeno mineral puede disminuir la actividad simbiótica al reducir la dependencia fisiológica de la planta hacia la fijación biológica.

Finalmente, las labores de inoculación y siembra deberían realizarse preferentemente en ambientes frescos (idealmente con temperaturas inferiores a 25 °C) y evitando la exposición directa al sol. También resulta aconsejable efectuar la calibración de la sembradora utilizando la semilla ya tratada, debido a que el agregado de inoculante puede modificar las propiedades físicas del flujo de semilla y alterar la dosificación efectiva durante la implantación. Asimismo, debe evitarse el contacto directo entre la semilla inoculada y fertilizantes químicos, especialmente aquellos de elevada concentración salina, ya que pueden afectar negativamente la supervivencia bacteriana. En este sentido, se recomienda realizar la aplicación del fertilizante y la semilla mediante sistemas que minimicen el contacto entre ambos.

Rizobios específicos para cada leguminosa

La asociación entre las leguminosas y los rizobios presenta un importante grado de especificidad, por lo que cada especie forrajera requiere bacterias compatibles para lograr una adecuada nodulación y fijación biológica de nitrógeno. Por este motivo, resulta fundamental utilizar inoculantes específicos para cada cultivo.

En el caso de la alfalfa y melilotus, la especie bacteriana utilizada es *Ensifer meliloti* (anteriormente denominada *Sinorhizobium meliloti*). Para tréboles, las bacterias pertenecen generalmente al grupo *Rhizobium leguminosarum biovar trifolii*, mientras que en lotus suelen emplearse especies del género *Mesorhizobium*.

La utilización de inoculantes no específicos o de baja calidad puede limitar la formación de nódulos efectivos y reducir los beneficios de la simbiosis. Por ello, se recomienda seleccionar productos registrados y adecuados para cada especie forrajera.

Tabla 2. Principales asociaciones entre leguminosas forrajeras y rizobios específicos utilizados en inoculación.

Nombre común	Nombre científico	Rizobio asociado	Cepa recomendada ²
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	<i>Ensifer meliloti</i>	B399 - B401
Trébol	<i>Trifolium repens</i> <i>Trifolium pratense</i>	<i>Rhizobium leguminosarum</i> <i>bv. trifolii</i>	A70 - A73
Lotus	<i>Lotus tenuis</i> <i>Lotus corniculatus</i>	<i>Mesorhizobium loti</i>	LL11 - L33 LL11 - LL32 - LL33
Melilotus	<i>Melilotus alba</i> <i>Melilotus officinalis</i>	<i>Ensifer meliloti</i>	B175 B280 - B330
Vicia	<i>Vicia sativa</i> , <i>V. villosa</i>	<i>Rhizobium leguminosarum</i> <i>bv. viciae</i>	D70

² Cepas recomendadas por el Instituto de Investigación Microbiología y Zoología Agrícola (IMyZA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Castelar, Buenos Aires, Argentina.

Bibliografía

- Campestre, M. P., Antonelli, C. J., Bailleres, M. A., Gortari, M., Maguire, V. G., Ezquiaga, J. P., Taboada, M. A., y Ruiz, O. A. (2024). An efficiently biological nitrogen fixation of non-native *Lotus tenuis* justifies its key role in the Flooding Pampas (Argentina). *Farming System*, 3:100122.
- Campillo, R., Urquiaga, S., Pino, I., y Montenegro, A. (2003). Estimación de la fijación biológica de nitrógeno en leguminosas forrajeras mediante metodología de marcado isotópico con ¹⁵N. *Agricultura Técnica*, 63(2):169–179.

- Danso, S. K. A., Curbelo, S., Labandera, C., y Pastorini, D. (1991). Rendimiento de forraje y fijación de nitrógeno en un pastizal mixto de tres especies de trébol blanco, lotus y festuca. *Soil Biology and Biochemistry*, 23(1):65–70.
- Dear, B. S. y Peoples, M. B. (2010). Estimated symbiotic N₂ fixation by annual legume and lucerne pastures on Vertosols with and without applied gypsum. En *Proceedings of the 15th Australian Agronomy Conference*.
- Enrico, J. M., Piccinetti, C. F., Barraco, M. R., Agosti, M. B., Ecclesia, R. P., y Salvagiotti, F. (2020). Biological nitrogen fixation in field pea and vetch: Response to inoculation and residual effect on maize in the Pampean region. *European Journal of Agronomy*, 115:126016.
- Irisarri, P., Cardozo, G., Tartaglia, C., Reyno, R., Gutiérrez, P., Lattanzi, F. A., Rebuffo, M., y Monza, J. (2019). Selection of competitive and efficient rhizobia strains for white clover. *Frontiers in Microbiology*, 10:768.
- Jozefkowicz, C., Brambilla, S., Frare, R., Stritzler, M., Piccinetti, C., Puente, M., Berini, C. A., Reyes Pérez, P., Soto, G., y Ayub, N. D. (2017). Stable symbiotic nitrogen fixation under water-deficit field conditions by a stress-tolerant alfalfa microsymbiont and its complete genome sequence. *Journal of Biotechnology*, 263:52–54.
- Kumar, K. y Goh, K. M. (2000). Biological nitrogen fixation, accumulation of soil nitrogen and nitrogen balance for white clover (*Trifolium repens* L.) and field pea (*Pisum sativum* L.) grown for seed. *Field Crops Research*, 68(1):49–59.
- Perrone, S. (2018). Biological nitrogen fixation of winter annual legume cover crops in Upper Midwest horticultural cropping systems. Tesis de posgrado, University of Minnesota.
- Piccinetti, C. F. y Peticari, A. (2022). Leguminosas forrajeras: Diversidad todo terreno que hay que aprovechar. Rizobacter.
- Racca, R., Odorizzi, A., Arolfo, V., Balzarini, M., Basigalup, D., Brenzoni, E., Campillo, R., Cangiano, C., Collino, D., Correa, N., Dardanelli, J., De Luca, M., González, N., Grassano, A., Labandera, C., Lagares, A., Peticari, A., Ronchi, A., y Rosas, S. (2013). *Contribución a una producción sostenible de alfalfa mediante el manejo de microorganismos rizosféricos en Argentina, Chile y Uruguay*. Ediciones INTA.
- Racca, R. W., Collino, D., Dardanelli, J., Basigalup, D., González, N., Brenzoni, E., Hein, N., y Balzarini, M. (2001). *Contribución de la fijación biológica del nitrógeno a la nutrición nitrogenada de la alfalfa en la Región Pampeana*. Ediciones INTA.
- Sparrow, S. D., Cochran, V. L., y Sparrow, E. B. (1995). Dinitrogen fixation by seven legume crops in Alaska. *Agronomy Journal*, 87:34–41.
- Unkovich, M. (2012). Nitrogen fixation in Australian dairy systems: Review and prospect. *Crop and Pasture Science*, 63(9):787–804.

Reserva de carbono en un establecimiento con ganadería integrada en el bosque de caldén

Daniela Echevarria¹, Lorena Carreño¹ y Mónica Álvarez Redondo²

¹ INTA, EEA Anguil

² UNLPam y Subsecretaría de Ambiente de La Pampa

echevarria.daniela@inta.gob.ar

Introducción

Los bosques de caldén con ganadería integrada son un sistema de producción silvopastoril donde se combina la conservación del bosque nativo de caldén (*Neltuma caldenia*) con la actividad ganadera, aprovechando la estructura natural del ecosistema para pastoreo. Aún resultan escasos los trabajos científicos sobre la estimación de reservas de carbono en este tipo de sistemas de la provincia de La Pampa, temática que ofrece ventajas, tanto a nivel ambiental como productivo. El bosque aporta a la reducción de los gases de efecto invernadero (GEI) mediante el secuestro de carbono en la biomasa. Conocer la capacidad real de almacenamiento de carbono del bosque permite diseñar estrategias de manejo e implementar prácticas que combinen producción ganadera con conservación del ecosistema. Finalmente, facilita la participación en los emergentes mercados de bonos de carbono o programas de certificación de “carne sustentable”.

Caldenal y ganadería: desafíos ante un escenario de degradación y crisis climática

La ganadería de cría es el sistema productivo característico en los bosques de caldén y representa una de las actividades económicas más importante de la provincia de La Pampa. En general el recurso presenta un alto grado de degradación, debido a un historial de manejo inadecuado, situación que se traduce en procesos intensos de arbustización, marcados por un desarrollo excesivo del estrato intermedio, en detrimento de la productividad de sus pastizales (Esterlich y Suárez, 2022). En este marco, se realizan intervenciones parciales, tanto manuales como mecánicas, sobre la vegetación leñosa con el fin de abrir el sistema, reducir el riesgo de incendios y mejorar la oferta forrajera para el ganado.

A la degradación de los sistemas se le suman los impactos de un contexto global crítico en términos ambientales donde el aumento en la concentración de GEI producto de la actividad antrópica incrementa la temperatura global causando alteraciones climáticas. Esto se traduce en eventos climáticos extremos y poco predecibles, cada vez más frecuentes. El impacto de tales eventos en los bosques de caldén puede afectar su estructura y capacidad de

supervivencia, más aún al tener en cuenta que son ecosistemas de ambientes semiáridos, que frecuentemente sufren déficit hídrico. Los eventos que más se destacan son los incendios y las sequías. El clima errático genera ciclos de períodos húmedos que aumentan la biomasa vegetal, seguidos de sequías extremas que convierten ese material no consumido por los animales en combustible seco. Esto incrementa la probabilidad de que ocurran incendios incontrolables que generan mayor degradación del bosque abierto original. Además, los incendios de la temporada estival revierten la función de sumideros de carbono al liberar de forma abrupta toneladas de CO₂ a la atmósfera. Por otro lado, las sequías prolongadas y las temperaturas extremas pueden dificultar que los brotes de caldén sobrevivan. Si bien la especie es resistente, el clima menos predecible acorta la "ventana" de tiempo favorable para que el bosque se recupere tras un disturbio. Finalmente, la inestabilidad climática manifestada en sequías severas, cambios de temperatura y aumento en la frecuencia de incendios, representa una amenaza para la fauna autóctona por su impacto en sitios de nidificación, refugio y alimento. Además, al degradarse el bosque, disminuye su capacidad de regular el ciclo del agua y capturar carbono, lo que crea un círculo vicioso que repercute en el clima local.

A nivel global, la transición hacia una ganadería más sustentable se apoya en normativas y prácticas que integran productividad con conservación ambiental. Por un lado, se implementan sistemas silvopastoriles, una práctica agroforestal asociada a sistemas mixtos que combina árboles, forrajes y ganado en un mismo espacio. Esta integración mejora la eficiencia en el uso del agua, la disponibilidad de nutrientes y reduce los impactos ambientales al mantener los servicios ecosistémicos. Asimismo, se trabaja en la mitigación de GEI a través de normativas internacionales sobre comercialización certificada que promueven sistemas de "carne carbono neutro". En estos esquemas, el manejo de la biomasa leñosa mediante el raleo selectivo busca equilibrar las emisiones ganaderas con la captura de carbono en la vegetación que permanece en pie, una estrategia validada localmente por organismos técnicos como el INTA e INTI. Finalmente, se aplica el manejo de la cobertura vegetal en regiones semiáridas como el caldenal, donde la ganadería basada en vegetación natural es predominante; allí se utilizan guías de buenas prácticas para controlar la arbustización mediante intervenciones planificadas sin comprometer la conservación del bosque (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024).

Estas estrategias, respaldadas por acuerdos climáticos, buscan aumentar la resiliencia de los bosques ante eventos extremos, garantizando una producción de bajo impacto y mayor productividad a largo plazo. La sanción de leyes de protección ambiental (Figura 1) surge como respuesta estratégica para la preservación del bosque y la mitigación del cambio climático, consolidando a estos ecosistemas como sumideros de carbono esenciales.



Figura 1. Marco legal nacional y provincial respecto a la temática de bosques y acción climática. Infografía realizada con NotebookLM.

El caldenal como reservorio de carbono: algunos números

En un establecimiento ubicado en el departamento de Toay (La Pampa; Figura 2), donde la ganadería se integra con el bosque de caldén bajo un Plan de Manejo Provincial, se realizaron muestreos de la vegetación en el año 2025. Se estimaron las reservas de carbono en áreas con intervenciones contrastantes: bosque y franjas sin vegetación leñosa. Estas franjas (10 m ancho) resultaron de una intervención con topadora con rastrillo cinco años previos al muestreo y representan el 15% del potrero.

A partir de los datos obtenidos se calculó el carbono del potrero mediante la suma ponderada del 85% de reservas en el bosque puro con 15% de reservas en las franjas de extracción. La reserva en el estrato leñoso aéreo del bosque intervenido fue de 14,0 tC/ha, en contraste con el bosque puro de 16,4 tC/ha. Otros autores encontraron resultados dispares según el sistema analizado. Duval y Cámara-Artigas (2021) estimaron que un bosque secundario de caldén en la Reserva Provincial Laguna Guatraché, La Pampa, captura 78,2 tC/ha. Risio (2016) estudió un caldenal en un establecimiento con ganadería en San Luis, y la reserva de carbono resultó en 5,5 tC/ha. A partir del trabajo de Alvarez Redondo y

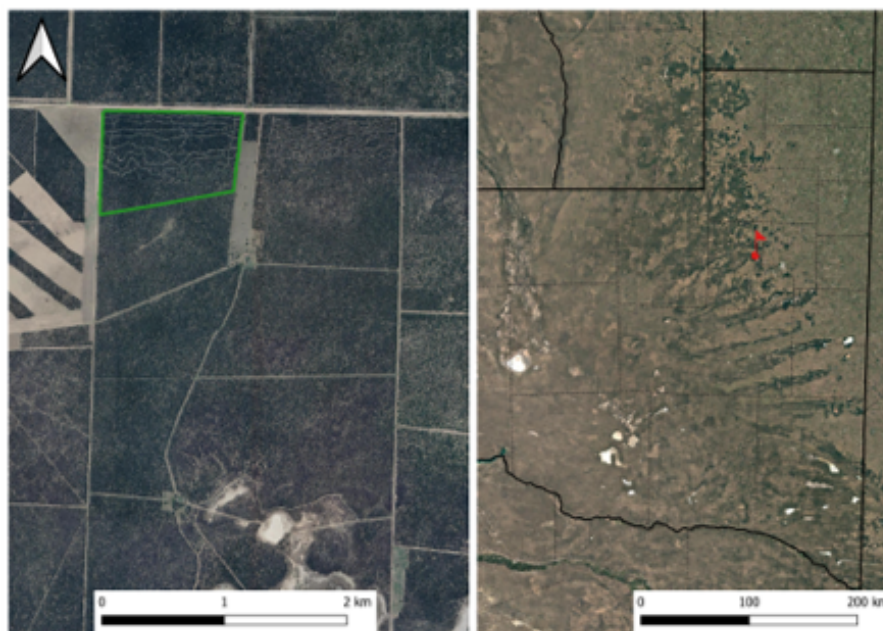


Figura 2. Potrero donde se realizó el estudio de caso (verde) y ubicación dentro de la provincia de La Pampa (rojo).

Ferro Moreno (2024), se estimó una reserva de 45,8 tC/ha en un fachinal de Loventué, La Pampa. Los valores propios de reserva de carbono aquí presentados resultan intermedios si se comparan con los demás autores. Cabe destacar las diferencias en los sistemas implicados: Duval y Cámara-Artigas (2021) se refieren a un bosque maduro que no es sometido a ganadería (reserva provincial). Alvarez Redondo y Ferro Moreno (2024) se refieren a una formación de tipo fachinal (áreas poco productivas, inaccesibles para el ganado, con elevado riesgo de incendios por la gran acumulación de biomasa). Por último, Risio (2016), hace referencia a un sistema con ganadería en un bosque secundario (bosque muy denso con pastizal) y sólo contabiliza individuos de caldén. Esto pone en evidencia que la reserva de carbono depende entre otros factores, de la fisonomía del bosque, su edad, grado de degradación, las intervenciones que se realicen y la actividad económica desarrollada en el mismo.

Consideraciones finales

La limitada disponibilidad de información científica sobre reservas de carbono y balances en bosques de caldén en La Pampa restringe la precisión de los modelos utilizados. La dependencia de factores de conversión por defecto puede generar incertezas al no capturar la variabilidad específica de la biomasa y los sumideros de carbono locales. Por ello resulta relevante fomentar la investigación en sistemas productivos regionales. Los resultados obtenidos contribuyen a esta tarea y resaltan la necesidad de expandir y profundizar esta línea de investigación.

Bibliografía

- Alvarez Redondo, M. y Ferro Moreno, S. (2024). Aprovechamiento biocircular de residuos forestales en bosques nativos: análisis económico de los fachinales de caldén en La Pampa. *Semiárida: Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam*, 34(1):13–25.
- Duval, V. S. y Cámara-Artigas, R. (2021). Diversidad y captura de carbono en un bosque secundario de caldén (*Prosopis caldenia*) en La Pampa, Argentina. *Estudios Geograficos*, 82(291):e073.
- Esterlich, H. D. y Suárez, C. E., editores (2022). *El bosque de caldén: Un abordaje multidisciplinario para su manejo y conservación*. Colección Libros académicos de interés regional. EdUNLPam, Santa Rosa, La Pampa, Argentina, 1a edición.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2024). Lineamientos técnicos y pautas metodológicas para el manejo de bosques con ganadería integrada (mbgi) (resolución n° 101/2024).
- Risio, L. (2016). *Impacto de cambios climáticos y ambientales en el crecimiento y la respuesta fisiológica de Prosopis caldenia (Burkart)*. Tesis doctoral, Universidad de Valladolid.

Dra. Liliana Saluzzi (1956-2002): una huella que perdura en esta Facultad

José Horacio Pagella¹

¹ UNLPam, Facultad de Agronomía

pagella@agro.unlpam.edu.ar

Introducción

La reseña contenida en este artículo tiene el objetivo de rendir tributo a la memoria de Liliana Saluzzi quien, por algo más de 25 años, integrara la comunidad académica de esta Facultad de Agronomía, desplegando una destacada trayectoria como estudiante y docente-investigadora. Nacida en la ciudad de Buenos Aires, donde pasó su infancia y completó su educación formal de nivel primario y secundario, Liliana tenía raíces en la provincia de La Pampa por el lado de su familia materna. Promediando la década de 1970 inició sus estudios superiores de Ingeniería Agronómica en la Universidad de Buenos Aires, carrera que completaría en esta Unidad Académica de la UNLPam, desenvolviéndose como una estudiante de rendimiento académico muy destacado. El inicio de su trayecto en actividades de docencia universitaria se produjo en 1978, al incorporarse a la cátedra de Bioquímica y, luego de obtener su título de Ingeniera Agrónoma, en 1985 se incorporaría a la cátedra de Nutrición Animal como Ayudante de Primera, para consolidar allí su carrera en la docencia, alcanzando por concurso el cargo de Profesora Adjunta en 1995. Paralelamente, de 1984 a 1989, Liliana abordará trabajos de investigación concernientes a tópicos de nutrición de ganado rumiante, bajo el rol de becaria de CONICET. Entre 1989 y 1999, desarrollará su formación a nivel de posgrado, obteniendo durante tal período, sus títulos de Doctora en Nutrición Animal y Máster en Docencia Universitaria. En 2002, desgraciadamente, la vida de Liliana se extinguió a causa de una patología súbita, cuando se encontraba en su plenitud formativa personal, causando un enorme dolor en su entorno, y dejando en esta Casa de Estudios un gran vacío en su comunidad académica.

Vida temprana

Liliana nació el 17 de octubre de 1956, en la ciudad de Buenos Aires, siendo la menor de dos hijas que constituyeran la descendencia de sus progenitores Jorge Enrique Saluzzi y Élica Elena Migoni. Su padre fue un oficial de la marina mercante, mientras que su madre tuvo actividad como modista. La infancia y adolescencia de Liliana transcurrió en la ciudad de Buenos Aires, donde completó su educación formal de nivel primario y secundario. A pesar de haberse criado en una gran metrópoli, fue desarrollando una vocación por



Figura 1. Dra. Saluzzi en su último trabajo de investigación realizado en el Laboratorio de Producción Animal de la Facultad de Agronomía UNLPam.

las actividades rurales, que la llevaran a iniciar estudios de Ingeniería Agronómica en la Universidad de Buenos Aires. Luego de haber cursado los primeros años de dicha carrera universitaria, Liliana se radicó en la provincia de La Pampa, donde por algún tiempo se dedicaría a la actividad agropecuaria en un predio de la zona rural de Anguil, que perteneciera a su familia materna. Posteriormente, y coincidiendo con la continuación de sus estudios universitarios en esta Facultad de Agronomía, Liliana habría de establecerse definitivamente en la ciudad de Santa Rosa.

Trayectoria como estudiante universitaria de grado

Luego de un trayecto exitoso de aprobación de asignaturas básicas, correspondientes a sus estudios de Ingeniería Agronómica iniciados en la Universidad de Buenos Aires, hacia la segunda mitad de la década de 1970 Liliana proseguiría con el cursado de tal carrera en esta Facultad de Agronomía. Por su desenvolvimiento como estudiante muy aplicada, de excelente rendimiento académico y destacados valores humanos, fue distinguida por el Consejo Directivo de esta Facultad al designarla, mediante resoluciones emitidas en los años 1982 y 1983, Abanderada de la Unidad Académica. Entre 1978 y 1984 desarrolló funciones como Ayudante de Segunda, en la cátedra de Bioquímica, adquiriendo sus primeras experiencias en la docencia al compartir actividades junto a profesionales como

Horacio Volontieri, Hugo Bergonzi y Olga Jonas. Hacia el final de dicho período, también se vinculó a la cátedra de Nutrición Animal, para realizar su Trabajo Final de Graduación bajo la dirección del entonces Profesor Adjunto Néstor Pedro Sritzler. Dicha actividad curricular, basada en la realización de un trabajo experimental, la culminó en 1984 con la presentación de la tesina titulada “Efecto del Contenido de Sulfatos en el Agua de Bebida sobre Novillos en Crecimiento”, que fuera objeto de aprobación por un tribunal integrado por los profesores Raúl Esteves Leyte, Oscar Ángel Hernández y Ernesto Francisco Viglizzo. De esta manera, ese mismo año Liliana finalizaba su carrera de grado, accediendo a su título de Ingeniera Agrónoma.

Su desarrollo académico en la cátedra de Nutrición Animal

Con la pertinencia del antecedente de su trabajo final de graduación, a comienzos de 1986 Liliana se incorporó a la cátedra de Nutrición Animal como Ayudante de Primera ad-honorem, compartiendo actividades docentes con colegas como Graciela Martina Santucho Saravia y Juan José Grigera Naón, quienes también se habían integrado al equipo docente por entonces. Hacia finales del mencionado año, fue promovida, al cargo de Jefa de Trabajos Prácticos con dedicación simple, categoría docente en la que empezará a registrar dedicación exclusiva a partir de 1987. Después de haber concluido su formación de posgrado a nivel doctoral, en 1994 accederá al cargo de Profesora Adjunta por concurso, responsabilidad que mantendrá hasta el final de su vida. Además de su impecable trayectoria docente en Nutrición Animal, Liliana desplegó un intenso ejercicio de articulación con otras actividades curriculares. En tal sentido, merece mencionarse su participación docente en las asignaturas “Química II”, “Microbiología Agrícola” y “Módulos de Práctica Agronómica” de la carrera Ingeniería Agronómica, así como en la actividad curricular “Seminario de Epistemología y Metodología de la Investigación” de carreras de grado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam. Por otro lado, participó en la dirección y co-dirección de trabajos finales de graduación de estudiantes de la carrera Ingeniería Agronómica.

Primeros pasos en la función sustantiva de investigación

Habiendo registrado un excelente desempeño, en el desarrollo de actividades vinculadas a su trabajo final de graduación, que realizara en el área académica de Producción Animal, Liliana fue instada por docentes-investigadores de dicho sector de la Facultad a presentarse al programa de becas que CONICET ofrecía a jóvenes profesionales. Así fue como Liliana accedió, por evaluación de sus méritos, a becas de investigación para trabajar bajo la dirección del profesor e investigador del CONICET Ernesto Francisco Viglizzo, entre 1984 y 1989. Durante tal período, ella ejecutó una secuencia de trabajos de investigación que

correspondieron a una Beca de Iniciación (tema: “Efecto de la Degradabilidad Proteica sobre Novillos Alimentados con Pastos de Baja Calidad”), una Beca de Perfeccionamiento (tema: “Presupuestación de Nutrientes en Sistemas Pastoriles de Producción Lechera”) y una Beca de Formación Superior (tema: Análisis de Parámetros Nutricionales y Productivos de Vacas Lecheras con Relación a su Performance Reproductiva”). Como se observa en tal listado de tópicos abordados, el inicio de su recorrido en la investigación científica estuvo orientado a la disciplina de la Nutrición Animal. Con estos interesantes antecedentes, Liliana empezaba a vislumbrar que su progreso profesional debía proyectarse hacia la obtención de formación de posgrado y, en tal sentido, debía empezar a explorar oportunidades de financiamiento a través de programas de becas para tal fin, así como instituciones académicas donde desarrollar dicha experiencia.

Periplo formativo a nivel de posgrado

Siendo seleccionada para el otorgamiento de una beca del programa “Freedom from Hunger”, de la Fundación Rotaria de Rotary Internacional, en 1989 Liliana emprende estudios de posgrado en Aberdeen, Escocia. Allí se enroló como estudiante de doctorado en la Universidad de Aberdeen, mientras que el correspondiente trabajo experimental de tesis lo realizaría en el Instituto de Investigación Rowett. En ese instituto de la ciudad de Aberdeen, reconocido internacionalmente por su vasta trayectoria en el abordaje de investigaciones sobre tópicos de Nutrición Animal, Liliana se vinculó al Dr. Colin S. Stewart, quien ejercería la dirección de su tesis de posgrado. Este último poseía la condición de ser un investigador posicionado, a nivel mundial, entre los referentes en Microbiología Ruminal, por entonces un área de vacancia para esta Facultad de Agronomía. De los tópicos de investigación que el Dr. Stewart le ofreció para su estudio doctoral, Liliana eligió desarrollar uno referido a la “Ecofisiología de Bacterias Celulolíticas Ruminales”, teniendo en cuenta la importancia de la utilización digestiva de forrajes por el ganado, en sistemas pastoriles como los de nuestro país. En el desarrollo del trabajo experimental de su tesis, Liliana aprendió técnicas de cultivos anaeróbicos, aislamiento microbiano, extracción y determinación cromatográfica de fosfolípidos bacterianos y análisis de actividad enzimática. Finalmente, con los resultados de tal investigación escribió su tesis doctoral bajo el título “Ecophysiology of Cellulolytic Bacteria in the Rumen”, la que fuera aprobada con honores luego de realizar la defensa de esta en 1993. Por otro lado, en reconocimiento a la calidad de su trabajo de tesis doctoral, Liliana recibió el premio denominado “The Cuthbertson Award”, instituido por el Instituto Rowett a la mejor investigación completada por estudiantes de posgrado en sus instalaciones, en el transcurso del citado año. No conforme con haber culminado exitosamente con su formación disciplinar de doctorado, Liliana sintió que debía fortalecer sus capacidades para la enseñanza a través de un posgrado en educación. En tal sentido, durante el último lustro del siglo se enrola en la

carrera de Máster de Formación en Docencia Universitaria, concebida bajo el marco del proyecto “Educar para el Siglo XXI”, de colaboración académica entre la Universitat de Barcelona, España y la UNLPam. Tras la presentación y aprobación de su trabajo de tesis en 1999, titulado “La Mejora del Curriculum de las Asignaturas Nutrición Animal y Terapéutica Vegetal por Investigación-Acción”, realizado en coautoría con sus colegas docentes Fernando Daniel García y Celia Mónica Rabotnikof, en 2000 le será conferido su título de Maestría en Educación por la mencionada universidad española.



Figura 2. Fotomicrografía de zoosporangio de hongo ruminal generado sobre lámina foliar de *Panicum coloratum* L., obtenida en la última investigación de la Dra. Saluzzi.

Su inesperada partida

Liliana había llegado al nuevo milenio con su carrera docente en plena consolidación, dando muestra de sus grandes aptitudes para el abordaje de distintas funciones académicas. En las actividades de enseñanza, su amplia formación de posgrado le hacía desempeñarse con elevada idoneidad en su disciplina y sobradas habilidades pedagógicas. Como docente-investigadora categorizada en el sistema nacional, se había ganado un lugar de referente en el tema de la Microbiología Ruminal, que era respaldado por varias de sus publicaciones científicas en revistas nacionales y del extranjero. En línea con ello, además pueden citarse actividades en las que fuera invitada por otras instituciones académicas para brindar conferencias de su especialidad, impartir cursos de posgrado, y evaluar proyectos de investigación y tesis de posgrado. En cuanto a funciones de gestión en el ámbito de esta Facultad, Liliana habría de ejercer los cargos de Consejera Directiva, Coordinadora del

Área Académica de Producción Animal, y Directora del Departamento de Enseñanza de Graduadas/os. En el pabellón de Producción Animal, como su lugar de trabajo, con mucho esfuerzo pudo empezar a armar una infraestructura de laboratorio para llevar adelante cultivos anaeróbicos de microorganismos ruminales. Iniciado el año 2002, venía trabajando en una novedosa línea de investigación basada en la realización de cultivos diferenciales in vitro de hongos ruminales, a la cual se habían incorporado dos estudiantes de grado para desarrollar su trabajo final de graduación. Sorpresivamente, el 18 de noviembre de ese año, un cuadro súbito de meningitis causado por un neumococo acabaría con la existencia de Liliana. Paradójicamente para ella, un diminuto organismo como los que fueran objeto de sus estudios científicos le arrebató su vida. Profundo dolor y total desconsuelo invadieron a su círculo de afectos, que incluían a su hija entonces adolescente Lucía Vázquez. En la comunidad académica a la que pertenecía, todo parecía absurdo al considerar que Liliana estaba en su plenitud y tenía mucho para dar, dando lugar a un escenario de gran desazón por lo inconcluso. Detrás del gran impacto y vacío que dejó su partida, entre quienes la conocimos en el ámbito de esta Casa de Estudios quedaba instalado el recuerdo de Liliana, como una persona muy inteligente, preparada y responsable, con ideas progresistas y humanistas, y de un carácter afable, humilde y solidario que la llevaba a hacer de la amistad un culto. Su legado perdura en esta Unidad Académica, y se transforma en bandera para seguir defendiendo el valor de la Universidad Pública, como ella hubiese querido.

Nota institucional

Visita de estudiantes del Colegio Domingo Savio

Durante el mes de mayo, la Facultad de Agronomía recibió la visita de aproximadamente 80 estudiantes de tercer grado del Colegio Domingo Savio.



Figura 1. Estudiantes del colegio Domingo Savio.

La actividad incluyó un recorrido por el tambo y el campo experimental, donde los niños pudieron conocer distintos aspectos de la producción agropecuaria. Estas visitas constituyen una valiosa oportunidad para acercar las ciencias agrarias y el ámbito de la facultad a las nuevas generaciones y fortalecer los vínculos entre la universidad y la comunidad.



Figura 2. Estudiantes del colegio Domingo Savio.