

APORTES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS DEL INIA A LAS TRAYECTORIAS AGROECOLÓGICAS

Editores: Georgina Paula García-Inza, José Paruelo y Roberto Zoppolo



Capítulo 19

La gestión del pastoreo como herramienta para las trayectorias agroecológicas en sistemas lecheros

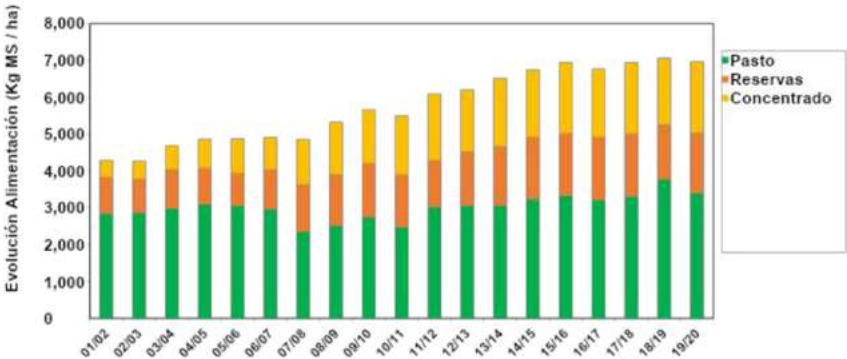
Santiago Fariña

1. Introducción

En los sistemas de producción de leche de Uruguay, el aprovechamiento de forraje en las pasturas es bajo. El potencial de crecimiento de estas pasturas está por encima de las 10 toneladas de materia seca (MS) por ha, tanto a nivel de predios comerciales según lo observado con sistemas de seguimiento forrajero satelital (CONAPROLE, 2021) como en estudios experimentales a escala de tambo completo o *farmlet* (Ortega *et al.*, 2018; Stirling *et al.*, 2021). Sin embargo, los niveles de consumo de pastura por hectárea en los predios comerciales están en torno a las 3 toneladas de MS por pastoreo directo, pudiendo llegar a 5 toneladas si se suman las reservas de forraje generadas en esa superficie.

Esta situación ha determinado que la intensificación de los sistemas productivos en las últimas décadas se haya sostenido en gran medida sobre la base del incremento en el uso de suplementos importados al sistema, en particular el alimento concentrado. Desde 2002 se duplicó la producción de leche en el Uruguay (DIEA, 2017) y, según datos de seguimiento de la Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CONAPROLE), en ese período se multiplicaron por cuatro las toneladas por ha de alimento concentrado suministrado a las vacas, mientras que el nivel de pastura consumida por ha solo aumentó el 21% (Battezzatore, 2021; *comm. pers.*) (Figura 1).

FIGURA 1. EVOLUCIÓN DE LA ALIMENTACIÓN EN PREDIOS LECHEROS DE PROYECTO COSTOS DE CONAPROLE



Fuente: Battezzore (2021).

Por otra parte, en los sistemas que buscan aumentar su producción de forraje por hectárea existe una clara tendencia a utilizar una proporción creciente de cultivos forrajeros anuales en rotación. Esto responde al mayor potencial de crecimiento en un período corto de tiempo de las especies C4 estivales (e.g. sorgo, maíz,) o especies C3 otoño-invernales (e.g. avena, raigrás) respecto de las praderas plurianuales (Ojeda *et al.*, 2018). Nos referiremos en adelante a esta tendencia utilizando el neologismo “anualización” de las rotaciones forrajeras.

La anualización conlleva cambios importantes en sistemas en los que se produce leche y afectan directamente al ecosistema en su conjunto, con fuertes efectos sobre el sistema suelo-planta. Destacaremos, en este sentido, tres procesos gravitantes: 1) el aumento del tiempo en que el suelo permanece descubierto; 2) los cambios en el tipo y la cantidad de residuos de carbono aportados el suelo; 3) el aumento del tiempo de encierro de los animales.

El aumento en el tiempo con suelo descubierto, o sin cobertura verde, resulta de los períodos de barbecho e implantación necesarios en las rotaciones forrajeras anuales, típicamente cultivos de verano seguidos de cultivos de invierno. Estas “ventanas” de suelo descubierto ocupan aproximadamente 1/3 del año (120 días) y aumentan el riesgo de deterioro ambiental, por al menos tres procesos: más riesgo de erosión durante períodos de lluvias intensas; más riesgo de escurrimiento y/o lavado de

agua y nutrientes; y más aplicaciones de agroquímicos para el control de malezas y plagas durante el barbecho y la implantación.

La anualización también produce un cambio en el tipo de residuos que se depositan o incorporan al suelo y, por ende, la posibilidad de mantener o incrementar la materia orgánica del mismo. Según una reciente revisión (Jackson *et al.*, 2017), los aportes de carbono al suelo a través de las raíces tendrían cinco veces más chances de ser incorporados de forma estable a la materia orgánica que los residuos aéreos. En línea con esto, Ernst y Siri-Prieto (2009) han demostrado localmente que rotaciones de cultivos agrícolas con 2,5 años de pasturas bajo pastoreo aportaban menos carbono total al sistema que los cultivos agrícolas (los animales removían la parte aérea), pero más del doble de biomasa de raíces, resultando en mayor estabilidad de agregados y nitrógeno total en el suelo. Es por esta razón que, por ejemplo, áreas de pasturas templadas permanentes, como lo es el campo natural, tienen un horizonte de materia orgánica más profundo que las de otros cultivos (Jobbágy y Jackson, 2000).

El tercer proceso que agudiza la anualización de las rotaciones forrajeras para producción de leche es el aumento del tiempo de encierro de los animales. Esto surge de que el alto potencial de crecimiento de las especies anuales, especialmente las de verano, se captura mediante cosecha mecánica para ensilaje o henolaje, para luego ser almacenado y suministrado de forma mecánica. Cabe mencionar que muchos productores utilizan cultivos de verano pastoreables: en ese caso, el uso de reservas es usualmente una consecuencia indirecta en el sistema por la alta oferta de forraje en corto tiempo que generan esos cultivos. Si bien no se puede decir que el encierro *per se* conlleva impactos ambientales negativos, aumenta la concentración de N y P en superficie por la excreta de los animales, lo que significa mayor potencial de descarga contaminante en el ambiente (Ciganda y La Manna, 2012) y, por ende, la necesidad de gestionar esos residuos donde fuera factible. Cuando los animales están en pastoreo, la excreta se deposita en suelo con cobertura vegetal que aprovecha los nutrientes excretados.

Según los datos obtenidos de predios comerciales de la CONAPROLE, el costo de un kg de pasto consumido directamente por las vacas es la mitad de lo que cuesta un kg de forraje suministrado como reserva y seis veces menos que un kg de concentrado (49, 97 y 296 US\$/kg MS, respectivamente; Programa de Producción Competitiva 2020-2021). Según el Instituto Nacional de la Leche (INALE), la alimentación representa el 56% de los costos totales de los tambos. Por ende, la participación del pasto en

la dieta de las vacas es lo que permite a los productores mantener costos bajos y adaptarse a precios de leche cambiantes, dado el perfil exportador del país.

Si bien el pasto es esencialmente un alimento barato, su costo depende de la eficiencia en su manejo. Bajas producciones y/o bajos aprovechamientos por hectárea atentan contra el logro de un bajo costo por kilogramo de pasto consumido. Por otro lado, dado que la mayor parte de su costo se produce en la implantación (semilla, fertilizante, labores y agroquímicos), las praderas de corta duración no permiten la “dilución” de los costos de implantación y mantenimiento.

En términos de impacto social, existe creciente evidencia acerca de la percepción de la sociedad en cuanto al rol de las pasturas en la producción. Estudios realizados con ciudadanos en Brasil y Canadá muestran una fuerte asociación por parte de estos entre el acceso al pastoreo al aire libre y el bienestar de las vacas (Hötzel *et al.*, 2017; Schuppli *et al.*, 2014), y un creciente rechazo por sistemas de producción de leche en encierro. En este sentido, existen algunas señales locales respecto de la estrategia comercial de la cadena productiva en torno al pasto. En su página web, el INALE (2021) presenta la producción de leche de Uruguay como a partir de “ganado alimentado en base pastoril a cielo abierto”. La industria láctea que procesa el 70% de la leche de Uruguay, CONAPROLE, participa de una certificación Grass-Fed (*i.e.* alimentado a pasto) mediante la cual garantiza que para el 80% de su leche “la dieta de las vacas en ordeño se compone de 85% o más de pasto, y los alimentos disponibles en el tambo son exclusivamente de origen vegetal” (CONAPROLE, 2021). Si bien los actuales mercados de destino aún no pagan una bonificación por este tipo de leche, la cadena busca un posicionamiento por potenciales beneficios en el largo plazo.

2. Línea de base: ¿cómo se hacen las cosas en el sector lechero?

Trabajos locales recientes han demostrado que los bajos rendimientos anuales de pastura por hectárea responden a deficiencias en el diseño de los sistemas y en la gestión de las pasturas en los mismos (Fariña y Chilibroste, 2019; Méndez *et al.*, 2019).

Respecto del diseño de los sistemas de producción, la primera limitante para el logro de altas cosechas de forraje anual es la carga animal (Baudracco *et al.*, 2010). En Uruguay, la carga promedio de los sistemas de producción de leche está alrededor de una “vaca masa” (suma de vacas

en ordeño y vacas secas) por hectárea destinada a esas categorías, según datos del Programa de Producción Competitiva 2020-2021. Considerando que dichas vacas consumen anualmente cerca de 6 toneladas de MS de alimento total, dentro de las cuales entre 1,5 y 2 toneladas corresponden al concentrado, por más eficiente que sea la gestión del pastoreo, no podrán cosechar anualmente más que su capacidad de consumo (*i.e.* las 4-4,5 toneladas restantes).

En cuanto a la gestión del pastoreo, se evidencia que los productores no ajustan adecuadamente la asignación de forraje y suplemento en función de las variaciones de crecimiento estacionales e intra-estación. En este sentido, en un estudio reciente se ha observado que los sistemas con bajo consumo de pasto, incluso con cargas moderadas a bajas (1,3 vacas/ha), mantenían altos niveles de suplementación con concentrados (7 kg MS/vaca/día) en primavera y verano, cuando contaban con altas disponibilidades de pastura por hectárea (Méndez *et al.*, 2019).

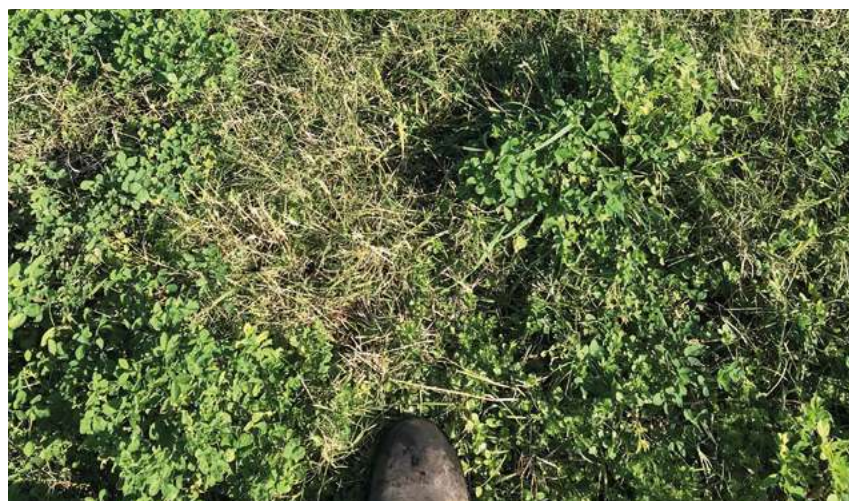
Por otro lado, existen indicios de que las decisiones de “clausura” de superficie para reservas, en los momentos donde el crecimiento excede la capacidad de consumo de los animales, no se realizan a tiempo o en la magnitud necesaria (Waller, 2020). Este desajuste, que sucede generalmente al inicio o a mediados de la primavera, o incluso durante veranos lluviosos, tiene como consecuencia directa el desperdicio de kilogramos de materia seca y fuertes caídas en la calidad del forraje asignado a los animales. Esta pérdida de control en el manejo del pasto se vuelve muy difícil de revertir en un mismo ciclo de crecimiento. En el trabajo de Waller (2020) se observó cómo, en el mes de septiembre, los productores monitoreados aumentaban la carga del área de pastoreo ante la detección de un aumento en el crecimiento, clausurando un área para realizar reservas. Sin embargo, dicha clausura se realizaba siete días más tarde que en el sistema experimental de referencia (Unidad de Lechería de La Estanzuela), ubicado en la misma zona, y en menor magnitud en términos de área (%). Por otra parte, los predios monitoreados denotaban, al final del invierno (agosto), menores niveles de cobertura de pasto promedio y/o remanentes de pastoreo más bajos que el sistema de referencia. Esto último podría ser una indicación de situaciones de sobrepastoreo durante el invierno, condicionando el posterior crecimiento y la persistencia de las plantas.

Según la última encuesta realizada en 2019 por el INALE (*comm. pers.*), el 68% de los productores reconoce tener un problema de deficiencia en el aprovechamiento del pasto. De estos productores, el 80% adjudica esta deficiencia a alguno de los dos extremos del problema de

gestión del pasto que se describían más arriba: a) problemas de alta carga y sobrepastoreo, típicamente otoño-invernales; b) problemas de baja carga y altos desperdicios o sustitución, típicamente primavera-estivales. Cabe destacar que según este relevamiento de 359 productores, que alcanza la totalidad de predios lecheros en función de escala y distribución geográfica, el 99% de ellos realiza pastoreo en franjas. Esto indica que el esquema básico de manejo del pastoreo es igual para todos, pero fallan la gestión y la toma de decisiones.

En cuanto a la perennidad de las pasturas, trabajos que analizan las rotaciones predominantes desde 1966 hasta 2010 muestran que, independientemente de los cambios en las especies y los sistemas de labranzas, las pasturas no se mantienen en producción por más de 3,5 años (Díaz-Rossello y Durán, 2011). Una descripción más reciente de las rotaciones utilizadas en tambo muestra también duraciones de la fase pradera de entre 2 y 3,5 años (Oleggini y Gallego, 2017). En las praderas de sistemas lecheros, el principal signo de deterioro mencionado por Díaz-Rossello y Durán (2011) es el enmalezamiento por “gramilla” (*Cynodon dactylon* L.) (Figura 2). Este género de colonización de espacios desarrollado por esta maleza de tipo perenne responde típicamente a la disminución en la cobertura verde de la pradera implantada.

FIGURA 2. COLONIZACIÓN DE *CYNODON DACTYLON* EN ESPACIOS SIN COBERTURA EN UNA PRADERA DE TERCERAÑO DE ALFALFA Y *DACTYLIS*



Fuente: Imagen obtenida en junio, Unidad de Lechería del INIA La Estanzuela.

3. Manejo del pastoreo sistematizado

3.1. Fundamentación

La gestión del pastoreo en sistemas pastoriles intensivos de leche o carne implica toma de decisiones en las dimensiones tiempo y espacio de manera sincronizada y frecuente (diaria, semanal o quincenal). Esta sincronización debe lograrse respecto de un conjunto de seres vivos comprendidos dentro de una *unidad de manejo*: por un lado, las plantas que componen la pastura de un *potrero*; por otro lado, los animales que componen un *rodeo*. Estos seres tienen una dinámica cambiante, sujeta a su propia fisiología y a los cambios en el ambiente (clima, suelo y manejo). Por otra parte, los diferentes individuos –y, por ende, las unidades de manejo que los comprenden– no responden de la misma manera a los cambios en el ambiente, por lo que es una tarea compleja hacer coincidir los requerimientos de ambos de forma sincronizada y armónica a lo largo del año. Por ejemplo, lograr que cada potrero se consuma en su momento “óptimo” –respecto de la curva de crecimiento de las plantas y de la cantidad y calidad requerida por el animal– y que, al concluir ese potrero, el subsiguiente esté a su vez en ese mismo estado óptimo.

La complejidad de esta sincronización lleva a que los decisores (los productores y su equipo de trabajo) se basen en aproximaciones generales subjetivas, apoyados en su experiencia previa. Por lo tanto, tienden a tomar decisiones sobre el pastoreo (frecuencia, asignación, cierre de área, etc.) de forma reactiva, intentando adecuarse al ambiente. Esta dinámica de decisión conlleva fuertes vaivenes de abundancia y escasez que derivan en los bajos niveles de producción y consumo de forraje por ha antes mencionados. Sin embargo, existe la posibilidad de evitar esos desajustes a través de la *sistematización* de la toma de decisiones.

3.2. Antecedentes

Existen diferentes modelos de manejo del pastoreo, diseñados para sistemas pastoriles intensivos de leche y carne. En todos ellos se plantea una sincronización de componentes, en función de lograr un buen balance entre las necesidades de las pasturas (crecimiento y persistencia) y las de los animales (alimentación en cantidad y calidad), mediada por la intervención del decisor. De forma no exhaustiva podemos mencio-

nar tres sistemas que son implementados a nivel de predios comerciales pastoriles donde se produce leche en el mundo: el manejo basado en número de hojas en, Australia (Fulkerson y Donaghy, 2001); el manejo “rotatino”, en Brasil (Carvalho, 2013); y el manejo por stock de pasto, en Nueva Zelanda (Holmes y Roche, 2007) e Irlanda (Hanrahan *et al.*, 2017). Si bien todos ellos responden a idénticos principios básicos, usan diferentes indicadores y estrategias para cumplir con los mismos.

En Uruguay, se ha avanzado en la descripción de una metodología que resulta de una adaptación local del mencionado manejo por stock de pasto, incluyendo algunos indicadores del manejo por número de hojas. Este sistema fue desarrollado por un equipo de investigación y transferencia del INIA La Estanzuela (Fariña *et al.*, 2017) y es conocido con el nombre de “las 3 R”. Se ha difundido a través de proyectos específicos y se implementa en predios lecheros comerciales, siendo también replicado en Argentina (Berone *et al.*, 2021).

3.3. El manejo por stock de pasto

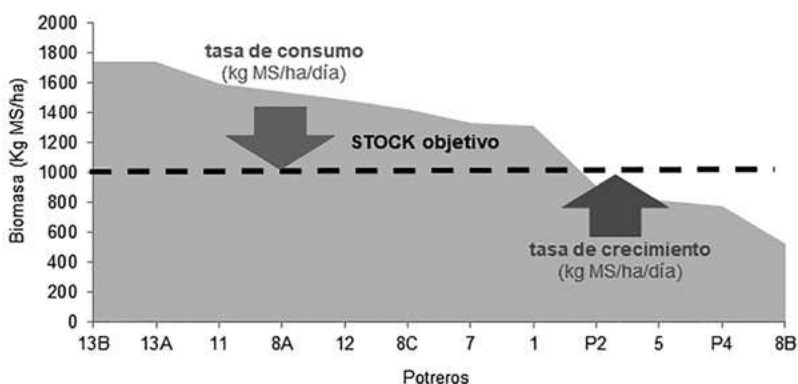
Según su traducción del inglés, *stock* es “la cantidad de productos o materias primas que posee un comercio en su almacén a la espera de su venta”. En un sistema de producción pastoril, este término es *el valor promedio de biomasa por hectárea de toda la superficie bajo pastoreo de un campo en un momento dado*. Representa un valor medio de la cobertura vegetal que está capturando radiación solar.

En un sistema que se encuentra bajo pastoreo, el stock surge del promedio de un gradiente de potreros con valores dispares de biomasa (Figura 3): desde el más recientemente pastoreado (valor de biomasa más bajo) hasta el próximo a pastorear (valor de biomasa más alto, en general). El principio rector de este sistema de manejo consiste en determinar un “stock objetivo” y establecer las decisiones de pastoreo, suplementación y cierre de potreros en función de mantener el stock en ese nivel objetivo.

El stock objetivo es un número que puede variar entre sistemas productivos, pero en todos los casos debe surgir de hacer el promedio entre una biomasa de “entrada” objetivo (prepastoreo) y una biomasa “remanente” objetivo (pospastoreo, residual son otros sinónimos de este término). Todos los potreros de la superficie acumulan biomasa diariamente (“crecen”), por lo tanto, para que ese valor de stock no suba tiene que haber una remoción diaria de biomasa del sistema, en igual cantidad

que ese crecimiento diario. Esa remoción se realiza, en principio, con el pastoreo y/o la confección de reservas. La toma de decisiones del manejo por stock se basa entonces en planificar una *remoción diaria de biomasa del sistema (tasa de consumo/ha/día)* que sea igual al *crecimiento (tasa de crecimiento/ha/día)* en todo el sistema (Figura 3).

FIGURA 3. BIOMASA DISPONIBLE POR POTRERO EN UNA PLATAFORMA DE PASTOREO CON UN STOCK OBJETIVO DE 1.000 KG MS/HA (EJEMPLO DEL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA, 17 DE SEPTIEMBRE DE 2019)



Fuente: Elaboración propia.

Para esa toma de decisiones, hay que predecir la tasa de crecimiento promedio del sistema. Para predecir esa tasa, nos basamos en la tasa de crecimiento medida en la última semana o los últimos 15 días. Esa tasa de crecimiento se calcula como la diferencia entre dos estimaciones consecutivas de biomasa de un potrero, dividida por los días entre dichas estimaciones, siempre que no haya habido remoción de material en ese intervalo de tiempo (pastoreo, corte mecánico u otro).

3.4. Sistema de manejo de pastoreo “3 R”

Este sistema se basa en los principios de manejo por stock antes descritos. Las pautas específicas de este sistema de manejo están detalla-

das en el *Boletín de Divulgación* N° 115 de INIA Uruguay (Fariña *et al.*, 2017), por lo que daremos aquí una breve descripción de estas.

La denominación “3 R” proviene de los tres pasos secuenciales que son los pilares del sistema: 1) Recorrida; 2) Rotación; 3) Remanentes.

- **Recorrida:** consiste en recorrer todos los potreros del campo atravesando toda la superficie efectiva de pastoreo en el mismo día *obteniendo un valor de biomasa promedio por potrero*. Se establece una transecta fija y se repite este procedimiento todas las semanas o cada 15 días. De forma adicional, se puede registrar en la recorrida el estado fenológico de las plantas (número de hojas en gramíneas o nudos en alfalfa). Pueden usarse diferentes métodos de estimación de biomasa, siempre que se mantenga el mismo entre recorridas.
- **Rotación:** se refiere a la “rotación de pastoreo” (entendida como la velocidad de avance en un circuito de pastoreo) y consiste en *definir el área que asignaremos diariamente a los animales* o a la confección de reservas. El punto de partida para establecer esto es la tasa de crecimiento promedio del sistema (dato predicho en base a la “Recorrida”), lo que representa “cuánto pasto tenemos para comer por día”. Si ese crecimiento diario supera lo que pueden consumir los animales en x%, se cierra el x% del área para reservas. El cálculo básico para calcular el área de pastoreo diario es:

TASA DE CRECIMIENTO PREDICHA (KG MS/HA/DÍA) X SUPERFICIE EFECTIVA DE PASTOREO (HA)

DISPONIBILIDAD PREPASTOREO (KG MS/HA/DÍA)

- **Remanentes:** consiste en establecer un criterio común para el chequeo diario de los remanentes postpastoreo de cada franja. Se busca un balance entre tres factores: 1) el animal (que logre un bocado con buen balance entre calidad y cantidad); 2) la planta (que quede con pseudotallo y área foliar suficiente para rebrotar rápido); 3) el sistema (que se logre una alta cosecha de pasto en el año, *e.g.* 10 pastoreos de ~800 kg MS/ha cada uno). Se establece, entonces, un criterio objetivo para los dos principales componentes del remanente objetivo: el área pastoreada y el área de rechazo. Para el área pastoreada, el objetivo es alcanzar 5 cm de altura (excepto en gramíneas durante el verano, donde se eleva a 7-8 cm para proteger a los ápices del calor). Para el

área de rechazo, el objetivo es que el 15-20% del área total de la franja esté ocupada por “matas” de rechazo, típicamente alrededor de las heces depositadas por las vacas en el pastoreo previo.

4. Aportes de la tecnología generada a las trayectorias agroecológicas de sistemas lecheros

La implementación de este sistema de manejo del pastoreo permitió lograr, a escala de sistema, niveles de cosecha de pasto de 8 toneladas MS/ha/año (pastoreo directo más reservas) en promedio, duplicando la media nacional (Fariña y Chilbroste, 2019). Estos resultados fueron alcanzados tanto en sistemas experimentales como en predios comerciales.

El sistema de manejo por stock y tasa de crecimiento fue implementado en ocho sistemas (módulos experimentales, o *farmlets* en inglés). Cuatro de ellos se condujeron durante cuatro años consecutivos en el tambo experimental del Centro Regional Sur (Ortega *et al.*, 2018). Los otros cuatro se evaluaron durante tres años en el tambo experimental de INIA La Estanzuela (Stirling *et al.*, 2021) en el marco del Proyecto 10-MIL (acrónimo por los objetivos anuales de 10 toneladas de forraje cosechado/ha –pasto + cultivos– y 1.000 kg sólidos de leche/ha).

Por otra parte, se realizó un trabajo de testeo/validación de esta tecnología de procesos en sistemas comerciales. En un predio lechero pastoril se implementó el sistema durante un año completo, estableciendo recorridas y toma de decisiones quincenales y logrando el 27% de mejora en la cosecha total de pasturas (8,5 *versus* 6,7 toneladas MS/h/año), y pudiendo sostener el mismo rodeo y la misma producción de leche total sobre un área menor (72% del área de vacas en ordeño), sin aumentar la dependencia de suplementos importados al sistema.

En el Proyecto 10-MIL, los sistemas que adoptaron una estrategia de maximizar el pastoreo directo a través de la implementación del sistema 3R estuvieron en pastoreo durante 245 de los 365 días del año (67%). Las franjas/parcelas de pastoreo asignadas tenían acceso a agua de bebida y estaban cerradas (sin acceso de los animales a los callejones u otras áreas improductivas). Esto significa que aproximadamente el 67% de la excreta de esos animales (heces y orina) fue depositado directamente sobre las pasturas en crecimiento (White *et al.*, 2001), lo cual implica una reducción del riesgo de pérdidas al ambiente en sectores improductivos y/o en la necesidad de gestión de residuos en sectores de ordeño y suplementación.

En el mismo proyecto, al inicio del experimento se establecieron las rotaciones forrajeras tradicionales que implicaban praderas de 3,5 años seguidas de un ciclo de doble cultivo anual (verano/invierno). Sin embargo, a partir de la implementación del sistema de manejo se encontró que las praderas llegaban con muy buena cobertura hasta el cuarto año e incluso se mantuvieron por más de 5 años, en particular en el caso de gramíneas puras (*festuca* y *dactylis*). Si bien esto es un dato anecdótico, resulta muy beneficioso como factor de reducción de necesidad de uso de herbicidas, la cual se dispara generalmente por las malezas emergentes cuando pierde cobertura la pradera. Al mismo tiempo, la posibilidad de postergación de la implantación del cultivo subsecuente significa también evitar otra “ventana” de baja cobertura, con su correspondiente mayor riesgo de erosión y escurrimiento, sus correspondientes aplicaciones de herbicidas, y muchas veces también insecticidas.

Las mejoras efectivas en el manejo del pastoreo pueden causar un beneficio económico directo, a través de la dilución del costo de implantación y mantenimiento, por dos vías. Por un lado, a través del logro de altos niveles de forraje cosechado por hectárea y, por otra parte, a través del logro de praderas más “longevas” (que puedan mantenerse con buena cobertura y niveles de crecimiento promedio anual).

En términos de resultado global del sistema, un análisis de los resultados del Proyecto 10-MIL realizado por el equipo económico del INALE (2021) mostró que los sistemas que maximizaban el pastoreo directo, implementando el sistema de manejo 3R (sistemas “Manda Pasto”), lograban un ingreso de capital/ha/año cuatro veces mayor al sistema promedio representativo de la encuesta nacional. El resultado de dichos sistemas, por otro lado, era mayor en 31% al de los otros sistemas evaluados en el mismo estudio, los cuales alcanzaban igual productividad en leche por hectárea, pero con pastoreo restringido al 44% de los días del año (sistemas que se denominaron “Manda Dieta”). En términos de costo de producción por kilo de sólidos lácteos, los sistemas “Manda Pasto” lograban incluso un costo 16% menor que el sistema de base promedio.

En la última encuesta del INALE, realizada en 2019 (*comm. pers.*), se consultó sobre los roles de las personas en la gestión del pastoreo. Según este relevamiento de alta representatividad, son los productores mismos o sus familiares quienes deciden dónde pastorean las vacas (83%) y quienes chequean los rechazos o remanentes postpastoreo (70%).

Este tipo de tecnologías intensivas en procesos, como es un sistema de manejo del pastoreo, tienden a fortalecer las capacidades de los acto-

res responsables de la toma de decisiones y a empoderarlos, en contraste con herramientas tecnológicas basadas en algoritmos de resolución automática. Como lo expresaba el decisor en un predio de validación, “el sistema *nos dio confianza* a la hora de tomar una decisión”.

Desde una mirada global, existe un creciente interés de los ciudadanos en general por conocer cómo se producen los alimentos. En el caso de la leche surgen cada vez más evidencias de su inclinación por producciones con animales al aire libre, en entornos “naturales”, que asocian a la presencia de pasturas (Cardoso *et al.*, 2019).

Bibliografía

Baudracco, J., López-Villalobos, N., Holmes, C. W. y Macdonald, K. A. (2010), “Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: a review”, en *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 53(2), pp. 109-133. Disponible en: <<https://doi.org/10.1080/00288231003777665>>.

Berone, G., Cicore, P., Errecart, P., Insúa, J., Jaimes, F., Maglietti, C., Marino, A. y Oriente, S. (2021), *Guía para el manejo de pasturas en función del stock de pasto y la tasa de crecimiento*, Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce, Argentina, 1-20.

Cardoso, C. S., Von Keyserlingk, M. G. y Hötzel, M. J. (2019), “Views of dairy farmers, agricultural advisors, and lay citizens on the ideal dairy farm”, en *Journal of Dairy Science*, 102(2), pp. 1811-1821. Disponible en: <<https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2018-14688>>.

Carvalho, P. C. F. (2013), “Can grazing behaviour support innovations in grassland management?”, *Proceedings of the 22nd International Grassland Congress*, 1, pp. 1134-1148.

Ciganda, V. y La Manna, A. (2012), “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 *1er. Congreso de la Sociedad Uruguaya de la Ciencia del Suelo*, Montevideo, Uruguay.

Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CONAPROLE) (2021), Página institucional. Disponible en: <<https://www.conaprole.uy/institucional/grass-fed/>>.

Díaz-Rossello, R. y Durán, H. (2011), “Secuestro de carbono en suelos de sistemas agrícola-lecheros mixtos en Uruguay [Soil Carbon Sequestration in Mixed Crop-dairy Systems in Uruguay]”, en *Agrociencia*, 15(2), pp. 109-119.

Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA)

(2017), *Anuario estadístico agropecuario*, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Montevideo.

Ernst, O. y Siri-Prieto, G.

(2009), "Impact of perennial pasture and tillage systems on carbon input and soil quality indicators", en *Soil and Tillage Research*, 105(2), pp. 260-268. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.still.2009.08.001>>.

Fariña, S. R. y Chilibroste, P.

(2019), "Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: The case of farm systems in Uruguay", en *Agricultural Systems*, 176, diciembre de 2018, 102631. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.001>>.

Fariña, S., Tuñon, G., Pla, M. y Martínez, R.

(2017), "Sistema de manejo de pastoreo la estanzuela. Guía práctica para la implementación de un sistema de pastoreo", *INIA Boletín de Divulgación* 115, Montevideo.

Fulkerson, W. J. y Donaghy, D. J.

(2001), "Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence - Key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: A review", en *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41(2), pp. 261-275. Disponible en: <<https://doi.org/10.1071/EA00062>>.

Hanrahan, L., Geoghegan, A., O'Donovan, M., Griffith, V., Ruelle, E., Wallace, M. y Shaloo, L.

(2017), "PastureBase Ireland: A grassland decision support system and national database", en *Computers and Electronics in Agriculture*, N° 136, pp. 193-201. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.01.029>>.

Holmes, C. W. y Roche, J. R.

(2007), "Pastures and supplements in dairy production systems", en Rattray, P. V., Brookes, I. M. y Nicol, A. M. (eds.), *Dairy production systems. Pasture and supplements for grazing animals*, New Zealand Society of Animal Production, pp. 221-242.

Hötzel, M. J., Cardoso, C. S., Roslindo, A. y Von Keyserlingk, M. A. G.

(2017), "Citizens' views on the practices of zero-grazing and cow-calf separation in the dairy industry: Does providing information increase acceptability?", en *Journal of Dairy Science*, 100(5), pp. 4150-4160. Disponible en: <<https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2016-11933>>.

Instituto Nacional de la Leche (INALE)

(2021), "Uruguay lechero". Disponible en: <<https://www.inale.org/uruguay-lechero/>>.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)

(2020), *3R presentación de un año de resultados Santa María*. Disponible en: <<http://www.inia.uy/estaciones-experimentales/direcciones-regionales/inia-la-estanzuela/3R-presentacion-de-un-ano-de-resultados-Santa-Maria->> [Consulta: 13 de julio de 2021].

Jackson, R. B., Lajtha, K., Crow, S. E., Hugelius, G., Kramer, M. G. y Piñeiro, G.

(2017), "The Ecology of Soil Carbon: Pools, Vulnerabilities, and Biotic and Abiotic Controls", en *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48, pp. 419-445. Disponible en: <<https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054234>>.

Jobbágy, E. G. y Jackson, R. B.

(2000), "The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation", en *Ecological Applications*, 10(2), pp. 423-436. Disponible en: <[https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0423:TVDOSO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0423:TVDOSO]2.0.CO;2)>.

Kast, F. E. y Rosenzweig, J. E.

(1981), "General systems theory: Applications for organization and management", en *Journal of Nursing Administration*, 11(7), pp. 32-41. Disponible en: <<https://doi.org/10.5465/255141>>.

Méndez, M. N., Chilibraste, P. y Aguerre, M.

(2019), "Pasture dry matter intake per cow in intensive dairy production systems: Effects of grazing and feeding management", en *Animal*, pp. 1-8. Disponible en: <<https://doi.org/10.1017/S1751731119002349>>.

Ojeda, J. J., Caviglia, O. P., Agnusdei, M. G. y Errecart, P. M.

(2018), "Forage yield, water- and solar radiation-productivities of perennial pastures and annual crops sequences in the south-eastern Pampas of Argentina", en *Field Crops Research*, 221(octubre de 2017), pp. 19-31. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.02.010>>.

Oleggini, G., y Gallego, F.

(2017), *El pasto en el tambo*. Ficha Técnica 12, CONAPROLE. Montevideo.

Ortega, G., Nuñez, T., Custodio, D., Mello, R., López, Y. y Chilibraste, P.

(2018), "Effect of stocking rate on pasture production and utilisation on a grazing dairy system during winter and spring", *Abstracts of the 2018 American Dairy Science Association Annual Meeting*, 101(2), p. 257. Disponible en: <https://www.adsa.org/2018/Abstracts/ADSA2018_full_abstracts_book.pdf>.

Schuppli, C. A., Von Keyserlingk, M. A. G. y Weary, D. M.

(2014), "Access to pasture for dairy cows: Responses from an online engagement", en *Journal of Animal Science*, 92(11), pp. 5185-5192. Disponible en: <<https://doi.org/10.2527/jas.2014-7725>>.

Stirling, S., Delaby, L., Mendoza, A., & Fariña, S.

(2021). Intensification strategies for temperate hot-summer grazing dairy systems in South America: Effects of feeding strategy and cow genotype. *Journal of Dairy Science*, 104(12), 12647-12663.

Waller, A. C.

(2020), *Análisis de metodología para el monitoreo de pasturas en predios comerciales*, Tesis presentada para el grado de Maestría en Ciencias Animales, agosto de 2020, Universidad de la República, Montevideo.

White, S. L., Sheffield, R. E., Washburn, S. P., King, L. D. y Green, J. T. (2001), "Spatial and Time Distribution of Dairy Cattle Excreta in an Intensive Pasture System", en *Journal of Environmental Quality*, 30, pp. 2180-2187. Disponible en: <<https://doi.org/10.2134/jeq2001.2180>>.