

LOS BALANCES DE NUTRIENTES *EN SISTEMAS GANADEROS* *BASADOS EN PASTOREO*

Se debate el tema de los balances de nutrientes en sistemas de producción de carne, leche o lana, en los cuales el confinamiento, la suplementación y el uso de la tierra propone canales metodológicos distintos de la producción de granos.



Figura 1.

Manchones de alta fertilidad derivadas del bosteo y orinado en puntos discretos en la superficie del potrero pastoreado. Cuando se vuelve evidente el mejor crecimiento del pasto en estas zonas es indicativo de la baja fertilidad del área circundante.



reciclan, a veces con extracción de capas profundas del suelo y depositadas en la superficie.

Los sistemas ganaderos son de una gran diversidad. Pueden ser tanto el pastoreo directo en campos naturales, sean praderas o sabanas con especies arbóreas, donde el animal elige el pasto que come, como el pastoreo de praderas puras o consociadas, con o sin suplementación, o directamente en confinamiento (feed lots). La producción o el objeto de la explotación también es muy diverso: animales enteros (terneros, caballos), carne para consumo, leche, lana o sus combinaciones.

Los animales pueden medrar libremente en grandes extensiones o estar apretados en superficies limitadas hasta la completa recolección del pasto y luego pasar a otro paño adyacente en los sistemas intensivos de pastoreo rotativo. A su vez, pueden ser juntados cada noche en corrales o no, o voluntariamente agruparse alrededor de aguadas o áreas altas del campo en dormideros. En situaciones de pastoreo los nutrientes en las partes aéreas de las plantas son consumidos por la ingesta de los animales, algunos de los cuales serán reciclados a través del estiércol y la orina.

La considerable desuniformidad de las deposiciones es intrínseca en cualquier sistema ganadero y determina que los aportes provenientes del reciclado, aunque cuantificables, no son equivalentes a un sistema agrícola, porque determinará un mejor crecimiento del forraje nuevo donde hubo deposiciones y uno cada vez menor donde no lo hubo (Figura 1). Esto es más evidente en los casos en los que se fuerza al animal a realizar sus deposiciones en áreas definidas como el pastoreo rotativo.

El balance de nutrientes en sistemas agrícolas es un indicador muy simple y fuerte a la vez para mostrar la fortaleza o debilidad de un sistema de producción agrícola. Cuando se habla de este balance normalmente tomamos en cuenta los aportes, fertilizantes, orgánicos o químicos, y las extracciones del campo, en forma de grano u otro producto cosechable, y de los rastrojos del cultivo, los que usualmente se





LA EFECTIVIDAD DEL PROCESO DE RECICLAJE DE LOS NUTRIENTES EN PASTURAS ES SIGNIFICATIVAMENTE AFECTADA POR EL MANEJO DEL PASTOREO”

En sistemas abiertos se sabe que los animales concentran sus orines y bosteos en los dormideros o áreas donde se reúnen voluntariamente.

Por otra parte, cualquier productor ganadero es consciente de que cuando el forraje de una pastura es retirado como heno o silo, prácticamente todos los nutrientes acumulados en las partes aéreas de las plantas, tallos y hojas, serán removidas y exportados del campo. Estos forrajes conservados, y sus nutrientes, son transferidos como aportes a otros potreros cuando se suplementa el rodeo.

Esta suplementación constituye en algunos casos aportes muy importantes en volumen. Muchos sistemas de producción incluyen la alimentación con granos o forrajes conservados (fardos, rollos, ensilado) de muy distinta calidad nutritiva y concentración mineral que son normalmente producidos en otros campos. Lotes que sufren la expoliación integralmente ya que no tienen el beneficio del reciclado de los residuos de cultivo, salvo alguna proporción de hojas resultado de la ineficiencia de la recolección. En este rubro deben incluirse también los aportes o suplementos minerales. En casi todo el nordeste y litoral la ganadería

incluye el aporte de sales y de fósforo, en distintas formulaciones, que debería considerarse en los balances.

Con referencia a la extracción de los nutrientes del sistema, los cálculos son más simples, al igual que en la agricultura. A la producción física por unidad de área se factoriza por las concentraciones relativamente constantes de nutrientes que tiene cada producto, carne, leche o lana, y se arriba a una cifra indicadora de los nutrientes que se van del campo y que en alguna fase o ciclo de la producción deberían reponerse para mantener el suelo productivo y fértil como al comienzo de la etapa productiva.

Distintas evaluaciones se usan para este propósito. Un relevamiento en Australia sobre cerca de 41 tambos contrastantes reveló la concentración promedio en la leche mostrada en la Tabla 1 (Gourley et al 2011). Si se estima aproximadamente en 10 mil litros de leche por ha/año (20 lit./día/vaca x 1.25 vaca/ha x 365 días), las extracciones estarán en el orden de varios cientos de kg de nutrientes, por lo que se comprenderá la importancia del aporte de suplementación. Los animales en pastoreo retiran cantidades relativamente bajas de elementos nutrientes (Figura 2).

Un balance de nutrientes de todo el establecimiento puede definirse como la diferencia entre las importaciones y exportaciones de nutrientes; los que proporcionan un indicador general de si la estancia, tampo o explotación corre el riesgo de acumular nutrientes y liberarlos en el medio ambiente, o por el contrario, los está perdiendo a expensas del suelo. La cuantificación de estas pérdidas puede ser utilizada como un indicador de contaminación del aire, del suelo y de las aguas subterráneas. Los desequilibrios representan la cantidad de pérdidas directas (como la volatilización de amoníaco) o aumento de los inventarios de nutrientes en suelos y aguas subterráneas (como sales y lixiviación de nitratos) (fig. 1). Los tres principales componentes que deben integrarse

son las importaciones de nutrientes, las exportaciones de éstos y el sistema de manejo del establecimiento en sí mismo.

Como ejemplo de estos balances, se muestra en la tabla 2 los resultados del relevamiento mencionado antes de 41 tambos contrastantes en Australia. Es claro que los tambos modernos son cada vez más complejos. La actividad se ha concentrado fuertemente en los últimos años y las vacas son cada vez más productivas, recibiendo cada vez más alimentos suplementarios, convirtiéndose así, junto con los fertilizantes, en el aporte principal de nutrientes de los tambos. Por otra parte la mejora de la eficiencia de utilización de los nutrientes presenta desafíos económicos ambientales importantes. Es necesario comprender las relaciones entre los balances de nutrientes y cómo estos nutrientes son utilizados en el tampo, y en particular los desbalances de nitrógeno.

La efectividad del proceso de reciclaje de los nutrientes en pasturas es significativamente afectada por el manejo del pastoreo. Bajo métodos de pastoreo extensivo, un alto porcentaje de los nutrientes se concentra en zonas donde los animales se reúnen (cerca de las aguadas, bajo árboles de sombra y bateas de suplementos minerales). Bajo métodos de pastoreo más intensivo, tales como con altas cargas y pastoreo rotativo, la distribución de reciclado de nutrientes es mucho más uniforme. Indepen-

Tabla 1. Concentración promedio de nutrientes en la leche (n ~ 200) (Gourley et al 2012).

| | Nitrógeno | Fósforo | Potasio | Azufre |
|-----------------|-----------|---------|---------|--------|
| Promedio | 0.52 | 0.09 | 0.14 | 0.04 |
| Mínimo | 0.45 | 0.04 | 0.09 | 0.01 |
| Máximo | 0.70 | 0.14 | 0.17 | 0.12 |

Tabla 2. Valores medio (medianas) de importación y exportación de nutrientes totales en el tampo. Valores de 41 establecimientos lecheros (Gourley et al, 2012).

| | Nitrógeno | Fósforo | Potasio | Azufre |
|-------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Aportes | | | | |
| Kg/ha | | | | |
| Silaje | 7.6 | 1.2 | 5.9 | 0.6 |
| Rollos | 11.2 | 1.8 | 6 | 1.2 |
| Concentrados y granos | 52.5 | 9.2 | 13.4 | 4.3 |
| Fertilizantes | 104.5 | 16.6 | 31.5 | 14.5 |
| Animal | 4.6 | 1.1 | 0.3 | 1.3 |
| Riego | 0.4 | 0.0 | 3 | 1.5 |
| Fijación biológica | 16.6 | - | - | - |
| deposición atmosférica | 1 | 0.1 | 1 | 1 |
| Exportación | | | | |
| Kg/ha | | | | |
| Leche | 58.3 | 10 | 16.6 | 4.4 |
| Animal | 11.8 | 3 | 0.8 | 3.4 |
| Balance integral | 128.3 | 17.0 | 43.7 | 16.6 |

dientemente del método de pastoreo utilizado, el rango de pérdidas por volatilización de N de la orina va desde un 30 por ciento bajo condiciones frescas y húmedas a más del 70 por ciento cuando el clima es cálido y seco. El nitrógeno es el único elemento perdido de esta manera. El reciclado de nutrientes puede tener una importante influencia en la fertilidad y las necesidades de fertilizante de los potreros o incluso de establecimiento entero (Figura 3).

En síntesis, se sugiere usar metodologías simplificadas y estandarizadas de balance de nutrientes en los sistemas ganaderos basados en pastoreo para contribuir a identificar oportunidades de mejoras de las decisiones de manejo de nutrientes, y así desarrollar objetivos conservacionistas apropiados.

Gourley J.P., Cameron, Warwick J., Dougherty, David M., Weaver, Sharon R., Aarons, Ivor M., Awty, Donna M., Gibson, Murray C., Hannah, Andrew P., Smith y Ken I., Peverill. 2012. Farm-scale nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur balances and use efficiencies on Australian dairy farms. *Animal Production Science* 52(10) 929-944

LA FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO POR LA ALFALFA

Quizá los aspectos más controversiales de los balances de nutrientes son aquellos en los cuales participan las leguminosas que fijan su propio nitrógeno, y en particular a macro escala. Distintos autores asignan cantidades fijadas muy variables en cada experimento, por lo que las necesidades se satisfacen también en porcentajes variables. En general las cantidades reportadas oscilan entre un 50 % hasta el 100 % de las necesidades de un cultivo en particular, y son satisfechas por la fijación biológica del N. Si bien es mucho más realista suponer algún valor intermedio antes que el total, lo cierto es que ningún agrónomo endosa una fertilización con nitrógeno a las leguminosas salvo casos muy específicos, siendo lo más común incluir unos kg de N en la fertilización de base para suplir las necesidades del cultivo en las etapas juveniles.

Las bacterias específicas, o Rizobios, pueden infectar las raíces de la alfalfa y otras leguminosas. A diferencia de las respuestas de las bacterias patógenas, las leguminosas producen estructuras especializadas en las raíces llamadas nódulos, adentro de las que crecen los Rizobios. Éstos son alimentados y protegidos por la planta, se multiplican, y capturan N gaseoso del aire y lo convierten en aminoácidos que la planta usa para crecer. Aunque los millones de nódulos de alfalfa en una hectárea solo pesen unos pocos kg, cada uno puede contener mil millones de Rizobios que pueden producir cientos de kg de N por hectárea por año. Estimaciones recientes reportan que la fijación de N por una pastura de alfalfa oscila en un rango desde 40 a 420 kg N/ha por año.

Ahora bien, ¿por qué varía tanto la fijación biológica de N y, consecuentemente, las cantidades aportadas al suelo? El nitrógeno inorgánico de otras fuentes es uno de los factores más importantes que afectan a la fijación de N₂. Las leguminosas absorben N del agua del suelo, del fertilizante y otros abonos orgánicos (estiércoles) y del riego. La fijación simbiótica del N₂ es un proceso adaptativo y disminuye con la absorción de N de estas otras fuentes. La leguminosa corregirá el N adicional que sea necesario para el crecimiento vía fijación biológica modificando su aporte a los Rizobios.

Durante el establecimiento de la alfalfa en algunos suelos, la actividad y número de nódulos pueden ser insuficientes para abastecer el N necesario para el rendimiento máximo del primer corte. Después, más adelante, otras fuentes de suministro del N en el suelo, así como el almacenado en las reservas de los tallos y raíces, o la misma fijación simbiótica del N pueden seguir siendo insuficientes para satisfacer la demanda de la alfalfa, pudiendo por lo tanto observarse respuestas de rendimiento a bajas dosis de fertilizante nitrogenado. Como otras plantas perennes, la alfalfa depende del N almacenado para el crecimiento del rebrote después del corte.

Entre un tercio y la mitad del N almacenado en las raíces y la corona, se utiliza durante el rebrote de una pastura de alfalfa establecida, debido a que tanto la fijación simbiótica del N como la absorción del N inorgánico se limitan a una o dos semanas después del corte. En las pasturas establecidas, por lo tanto, la respuesta al fertilizante N se considera excepcional, aunque pueden aumentar tanto la concentración de N en el forraje como los niveles de N almacenados en las raíces. Aún así, si se agrega N al suelo puede aumentar el rendimiento de alfalfa cuando la provisión de N del suelo es muy baja y cuando la fijación de N declina en otoño. La generalizada falta de respuesta del rendimiento ha llevado a la percepción que el cultivo no utiliza N aplicado. Esto no es cierto, porque la planta simplemente sustituye la fijación de N por el uso del N inorgánico, y esta es una manera importante en que la alfalfa ayuda a prevenir la contaminación ambiental.

Figura 2.

Cantidades aproximadas de nutrientes primarios y secundarios presentes en un novillo de 400 kg. (Cálculos basados en las estimaciones de varias fuentes. Adaptado de Southern Forages, 4th Edition. Ball, Hoveland y Lacefield, 2011).



10 kg | 5.2 kg | 0.6 kg | 0.6 kg | 2.7 kg

N | CA | MG | S | P

Figura 3.

Esquema del reciclado de nutrientes en sistemas ganaderos.

