



EL AZUFRE EN EL CICLO DE PASTOREO

LA lana contiene, aproximadamente, 3,5 por 100 de azufre y cualquier carencia de este elemento limita la producción de lana. La producción es mejor cuando la relación de azufre/nitrógeno en la ración es, aproximadamente, de 1/9.

El superfosfato suministra azufre para superar las carencias leves o moderadas de este elemento, pero es necesario emplear azufre adicional (principalmente en forma de yeso) cuando las deficiencias son más graves. Por ejemplo, se han obtenido sustanciales aumentos de producción aplicando abonos con azufre, además de superfosfatos, en algunos suelos de Nueva Gales del Sur.

Sin embargo, los intentos de correlacionar la respuesta al azufre añadido al suelo con las características de éste, no han tenido mucho éxito, particularmente en zonas con muchas lluvias. Los efectos son difíciles de predecir y las respuestas, frecuentemente, duran poco tiempo.

El azufre se mueve continuamente del suelo a través de la hierba hacia la oveja y de nuevo hacia el suelo a través de los excrementos y de los restos de hierba. Puede perderse en el ciclo debido al lavado cuando es arrastra-

do fuera del alcance de las raíces de las plantas o cuando se saca del terreno de pastoreo en forma de carne, de lana o producto vegetal. Puede ser también temporalmente eliminado del ciclo activo suelo-planta-animal por medio de su acumulación en diversas formas de reserva, particularmente en algunas fases del ciclo en el suelo.

El hecho de que un particular sistema de suelo-planta-animal responda o no a las aplicaciones de azufre y la amplitud de la respuesta que da, depende de la cantidad que tiene de elementos nutritivos disponibles en las diversas fases del sistema, la velocidad de transporte entre estas fases y las ganancias o pérdidas netas de azufre en el sistema.

Los estudios anteriores sobre el ciclo del azufre han dado una información sobre la magnitud de las diversas fases en que éste se acumula, así como de los cambios estacionales que sufren estas reservas. En algunas zonas se ha observado que es imposible correlacionar la magnitud de las reservas de azufre y del uso del fertilizante con la producción de lana y de carne. Una investigación llevada a cabo recientemente en el Laboratorio de Investigación de Armindale, ha permitido desarro-

ilar un modelo matemático para el ciclo del azufre basado en datos obtenidos de un experimento de pastoreo en la Estación Experimental de Chiswick, en cuyo experimento se siguió a todo lo largo del ciclo el movimiento del azufre utilizado marcado con azufre radiactivo 35.

La nueva técnica se ha basado en que las técnicas habituales de manejo de pastos empleadas por los investigadores no pueden medir la velocidad de transporte del azufre entre las diferentes fases de reserva del sistema. Sin embargo, desde el punto de vista de los investigadores actuales, tales medidas son importantes para la apropiada comprensión y manejo del sistema, con el fin de conseguir su máxima eficacia. Por ejemplo, en un extremo teórico, la producción máxima podría tener lugar si una cantidad nula de azufre en una de las fases de reserva del sistema se asociara con una velocidad relativamente rápida de movimiento de azufre a lo largo del ciclo. En el otro extremo, un movimiento muy lento de transporte de azufre a lo largo del ciclo podría dar lugar a una deficiencia de azufre en uno o más puntos de utilización sin importar cuánto azufre hay disponible en cada una de las fases de reserva.

El proyecto realizado de un modelo matemático del ciclo ha demostrado la posibilidad de usar trazadores radiactivos en los pastos sin perturbar el sistema. También ha permitido la determinación de la magnitud de algunas de las reservas de azufre y de las velocidades de transporte.

La parcela experimental de pastoreo, que consistía en trébol blanco con cierto número de gramíneas perennes, incluyendo festuca alta, raygrás y falaris, estaba localizada en un suelo amarillo podzólico; recibió más de una tonelada de superfosfato durante los doce años anteriores al comienzo del experimento con azufre.

La pradera fue pastada por corderos merinos de lana fina y ovejas secas, con cargas que variaban hasta 15 ovejas por hectárea. La pradera no había sido pastada antes por lo menos durante dos años.

EL CICLO DEL AZUFRE

El azufre radiactivo se incorporó al yeso, que fue mezclado luego con un yeso normal no radiactivo y aplicado en zonas selecciona-

das de la pradera. Los conteos radiactivos sobre muestras de suelo, planta, lana y heces se hicieron a intervalos después de la aplicación del fertilizante radiactivo. La lana empezó a adquirir radiactividad pocos días después. La lana de crecimiento reciente mantuvo un alto nivel de radiactividad, por lo menos durante dos años, y nunca cayó por debajo de, aproximadamente, la mitad de la lectura máxima (alcanzada, aproximadamente, ciento cincuenta días después de la aplicación del sulfato radiactivo).

Evidentemente, el azufre aplicado con el yeso estaba cerrando el ciclo en lo que parecía ser un sistema cerrado. Las pérdidas a causa del lavado eran aparentemente poco importantes, posiblemente porque la lluvia fue anormalmente baja. Además, parecía que una gran proporción del azufre total del sistema estaba inmovilizado (probablemente en reservas orgánicas e inorgánicas del suelo) y no entró en el ciclo a lo largo de todo el período de ensayo. El azufre del yeso aplicado constituía, aproximadamente, un doceavo del azufre que se movía en el ciclo. Se aplicó más yeso radiactivo y las observaciones continuaron durante más de tres años. Las medidas de radiactividad en la lana para grupos sucesivos de ovejas que pastaran en épocas de lluvia normal indicaron pérdidas desdeñables de azufre del sistema cíclico entre aplicación y aplicación durante los tres años que duró el ensayo. El azufre total del suelo no cambió y la misma gran proporción de este azufre del suelo permaneció fuera del ciclo. Estos resultados sugieren que mucho del azufre total del sistema está en reserva, la mayor parte de él como residuos orgánicos del suelo. La velocidad de reciclaje es, probablemente, un factor crítico para determinar una carencia de azufre y parece que la aceleración de la velocidad del transporte junto con la existencia de reservas en los residuos ofrece un posible medio para aumentar la producción en este tipo de suelos. Si el grado de mineralización del azufre es bajo, como lo es aparentemente en ciertas condiciones climáticas y de suelo, es probable que aparezca una carencia. Esto puede explicar, al menos en parte, la ausencia de efectos residuales de las aportaciones de azufre observadas por anteriores investigadores.

En muchas situaciones han tenido que añadirse cantidades muy grandes de un fertilizan-



Carnero de la raza «Exmoor Torn», campeón en la exposición celebrada en Shepton Mallet, al suroeste de Inglaterra.

te con azufre para aumentar la reserva en los residuos orgánicos hasta una situación en que la mineralización del azufre alcanzara un nivel necesario. En los suelos estudiados la cantidad de fertilizante necesaria para alcanzar tal aumento en las reservas orgánicas es muchas veces mayor que la que se estima necesaria si se mide el azufre disponible en el suelo por los métodos químicos comunes.

RESERVAS EN EL GANADO

Aunque la acumulación de azufre en la oveja que pasta es relativamente pequeña, esta reserva es potencialmente importante porque la velocidad de transporte hacia la oveja y desde la oveja es elevada y mucho de ese azufre vuelve directamente a la reserva del suelo en los excrementos y se vuelve a utilizar antes que el azufre de los residuos orgánicos que se mineralizan muy lentamente. Una implicación práctica es que el aumento de la carga ganadera da lugar a un mayor aumento de la velocidad de movimiento del azufre en el ciclo. La misma situación puede aplicarse al ciclo del fósforo y puede justificar la menor necesidad de superfosfato cuando la carga ganadera es muy alta, como se ha observado por muchos investigadores.

El modelo matemático propuesto para representar el ciclo del azufre en el sistema de una pradera pastada, tal como resultó en el experimento de Chiswick, se programó con un computador analógico. Esto permitió a los científicos examinar el comportamiento de las partes del sistema no directamente medibles en el

experimento, manipular las variables en el sistema (tales como la carga ganadera y la cantidad fertilizante aplicada) y de esta manera predecir respuestas, dentro del ciclo del azufre.

Los resultados del estudio coincidieron con las siguientes hipótesis:

- Hasta el 90 por 100 del azufre del ciclo está contenido en residuos orgánicos no directa o inmediatamente disponibles para las plantas.
- En el caso considerado existía un proceso de reciclaje en sistema cerrado que incluía, aproximadamente, el 60 por 100 del azufre total del sistema.
- El grado de liberación del azufre de los residuos orgánicos en forma disponible para las plantas (mineralización) es un regulador importante del suministro de azufre para las plantas y los animales bajo las condiciones climáticas y de suelo de Chiswick.
- El potencial productivo del sistema está determinado por la velocidad de transporte del azufre entre las diferentes fases de reserva más bien que en la cantidad presente en cada fase de reserva.
- El animal que pasta puede ejercer un efecto apreciable sobre la velocidad del reciclaje del azufre en el sistema de pastoreo.

En lo que se conoce, éste es el primer proyecto hecho en Australia y en el mundo en el que se ha empleado un computador analógico para simular un sistema ecológico agrario.

(Rural Research in Csiro, junio 1970.)