



Demostración del equilibrio de nutrientes en la granja y superficie del suelo

- **AUTORES:** Laura Zavattaro, René Schils, Paul Newell-Price, Stanislav Hejduk.
- **DESCRIPCIÓN:** Los equilibrios de la superficie del suelo y de la explotación agrícola son cálculos realizados a partir de datos de la explotación que proporcionan pruebas de los flujos de nutrientes dentro de una explotación agrícola o un campo. Tienen en común el enfoque, basado en un balance de masas entre entradas y salidas hacia y desde un sistema, y la posibilidad de destacar áreas para mejorar las prácticas agrícolas y reducir su posible impacto medioambiental, aumentar la eficiencia de utilización de los recursos y mejorar la sostenibilidad de las explotaciones.
- Un equilibrio de la granja (FGB) es el cálculo de un equilibrio entrada-salida de nutrientes (N, P y K) que tiene en cuenta todas las entradas a la granja (semillas, fertilizantes y abonos, piensos, camas de animales, animales vivos, fijación simbiótica de N, deposición...) y todas las salidas que salen de la granja (productos vegetales vendidos, incluidos heno y ensilado, productos animales, animales vivos o muertos, estiércol...). Como no tiene en cuenta ningún flujo interno de N dentro de los límites del sistema, este balance es adecuado para las condiciones estacionarias del suelo, pero también puede utilizarse para poner de manifiesto desequilibrios que modificarán parcialmente el estado del suelo a medio o largo plazo, o que son propensos a las pérdidas y, por tanto, amenazan la calidad medioambiental.
- Un equilibrio de la superficie del suelo (SSB) es el cálculo de un equilibrio de entrada-salida de nutrientes (N, P y K) teniendo en cuenta todas las entradas en un campo (semillas, fertilizantes, estiércoles aplicados, deposiciones directas de animales de pastoreo, fijación simbiótica de N, ...) y todas las salidas de un campo (rendimiento de los cultivos y residuos eliminados, incluidos los forrajes pastados), y sin tener en cuenta los cambios en las existencias del suelo. Por lo tanto, el SSB también puede indicar un posible exceso o agotamiento de nutrientes que afectará a la calidad del suelo, el agua y el aire, de forma similar al FGB.
- Ambos equilibrios se calculan utilizando la información disponible en la explotación a través de entrevistas y del acceso al sistema de contabilidad de la explotación, aunque algunas entradas sólo pueden estimarse utilizando datos regionales o bibliográficos (por ejemplo, deposición atmosférica) o mediciones locales combinadas con tablas estándar (por ejemplo, fijación de N, forrajes pastoreados). Los dos equilibrios difieren en los límites de sus sistemas y en el detalle espacial de la información que puede obtenerse. Ambos son indicadores estándar utilizados para comparar sistemas agrarios a lo largo del tiempo o en el espacio, y como instrumentos políticos.
- Algunos países han adoptado en gran medida estos dos equilibrios para evaluar la sostenibilidad de las explotaciones y orientar a los agricultores hacia objetivos medioambientales más ambiciosos, como es el caso de los Países Bajos. En los Países Bajos, la ingesta de forrajes pastados se calcula con un balance energético (necesidades energéticas del rebaño basadas en la producción de leche/carne menos la energía de los piensos comprados y la energía de los ensilados/el heno cosechados). Otros países (por ejemplo, Italia) calculan una SSB para verificar el cumplimiento de la Directiva sobre nitratos, pero no utilizan la FGB como instrumento político. Una versión modificada de la SSB, en la que el excedente se fija en cero o en un valor bajo aceptable predefinido, también se utiliza con frecuencia para calcular la cantidad de fertilizante necesaria, como herramienta de apoyo a la toma de decisiones para la planificación de la gestión de nutrientes.



Demostración del equilibrio de nutrientes en la granja y superficie del suelo

• JUSTIFICACIÓN:

La ventaja de utilizar equilibrios de nutrientes es que proporcionan estimaciones sencillas de las pérdidas de nutrientes -notablemente difíciles de medir o estimar- mediante entradas en el balance que son relativamente fáciles de cuantificar. Tanto los equilibrios de SS como los de FG suelen considerarse buenos indicadores de la sostenibilidad medioambiental de las explotaciones. Los balances de masas pertenecen a la categoría de indicadores de presión, en el sentido de que son métodos directos y eficaces para mostrar el daño potencial al medio ambiente de una actividad agraria. El enfoque del balance de masas en el que se basan ambos cálculos se ha utilizado ampliamente a diversos niveles espaciales, incluidas las escalas regional, nacional y continental.

El balance entre entradas y salidas, tanto a escala FG como SS, puede ser positivo o negativo. Un balance positivo indica i) una acumulación de reservas de nutrientes en la explotación, generalmente en los suelos de la misma, y/o ii) una pérdida de nutrientes de la explotación. Los excedentes pueden dar lugar a la pérdida de nutrientes a través de diversas vías: Emisiones gaseosas de N (NH_3 , N_2 , N_2O y NO), N soluble en aguas subterráneas y superficiales (NO_3^- , NH_4^+ y N orgánico disuelto), escorrentía y lixiviación de P y K, y acumulaciones o inmovilizaciones de NPK en el suelo. El balance también puede ser negativo, lo que indica un agotamiento de las reservas internas, es decir, generalmente significa una pérdida de fertilidad del suelo.

Demostración del equilibrio de nutrientes en la granja y superficie del suelo

El FGB es un buen indicador de las pérdidas medioambientales cuando los excedentes de nutrientes se distribuyen por igual entre los campos de una misma explotación y todas las vías de pérdida de nutrientes están relacionadas linealmente con el excedente de nutrientes. El análisis de toda la explotación produce una imagen de la presión medioambiental expresada en función de la superficie, pero no permite una comprensión detallada de sus efectos internos. Esto puede lograrse mediante la descripción de los componentes de la explotación y, en particular, de cada componente del sistema de cultivo (por unidad de superficie). El SSB entra en el detalle de campos individuales y proporciona la carga neta de N y P. En este caso tampoco se tiene en cuenta el contenido de nutrientes del suelo, por lo que un balance positivo podría indicar un aumento de las reservas del suelo-no sólo pérdidas al medio ambiente- y un balance negativo podría indicar un agotamiento de la fertilidad del suelo. Se pueden calcular varias SSB en una explotación, por campo o por sistema de cultivo. A continuación, las SSB de todos los campos o sistemas de cultivo pueden promediarse (prorratearse) para obtener una visión general de toda la explotación. Sin embargo, este indicador para toda la explotación es conceptualmente diferente del FGB.



Fig.1: La aplicación de purines y fertilizantes manufacturados son los principales aportes de nutrientes a la mayoría de los pastizales, mientras que los piensos comprados pueden ser uno de los principales aportes de nutrientes en las explotaciones.

fotos: Stanislav Hejduk



Demostración del equilibrio de nutrientes en la granja y superficie del suelo

- **MECANISMO DE ACCIÓN:**

Las ecuaciones estándar para calcular los dos balances son:

FGB = (NPK en comprados: abonos, concentrados, forrajes, animales vivos, estiércol, camas de animales, semillas; fijación del N; deposición atmosférica) - (NPK en vendidos: animales vivos, productos animales, estiércol, cultivos, residuos de cultivos, forrajes)

SSB = (NPK en fertilizantes minerales, aplicaciones de estiércol, estiércol y orina de animales de pastoreo, deposición atmosférica, semillas, fijación de N) - (NPK en eliminado: rendimiento y residuos de cultivos; forrajes cosechados y pastoreados)

Sin embargo, a pesar de varios intentos de normalizar la ecuación, a veces no se tienen en cuenta algunos elementos para simplificar los cálculos. Por ejemplo, la deposición atmosférica suele omitirse a escala de explotación. Algunos datos tanto a nivel de campo como de explotación están disponibles a través de sistemas de contabilidad nacionales o regionales, pero si esto no es posible, se necesita una entrevista para calcular tanto FGB como SSB. Unas pocas horas suelen bastar para recopilar los datos necesarios de la explotación, dependiendo de su complejidad. También es útil disponer de un programa informático específico o de una hoja de cálculo para normalizar los cálculos y los datos de referencia derivados de la bibliografía.



Fig.2: La fertilización excesiva provoca la eutrofización de los pastos y las aguas superficiales
Fotos: Stanislav Hejduk

Demostración del equilibrio de nutrientes en la granja y superficie del suelo



Potencial de aplicación de la opción de gestión

Existen varias herramientas que pueden ayudar a los agricultores a calcular un FGB o un SSB. Algunas de ellas son comerciales, otras gratuitas y las proporcionan los servicios locales de extensión o las autoridades públicas dedicadas a apoyar las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente. Como la mayoría de las entradas también son comunes con el Libro de Registro de Explotaciones Agrarias, algunos programas informáticos dedicados a registrar los aspectos económicos y técnicos de las explotaciones pueden servir de base para el cálculo de dichos balances. Por lo general, el agricultor necesita cierto apoyo de un servicio de extensión para interpretar correctamente los resultados de los cálculos y poner de relieve las áreas clave de mejora -campos concretos o, más en general, prácticas agrícolas- en las que es necesaria una intervención.

Los agricultores deben recibir todos los datos relativos a sus explotaciones, con todos los detalles necesarios para identificar las opciones de gestión que podrían introducirse o mejorarse. Además, una práctica útil es comparar el balance de la explotación con datos anónimos de otras explotaciones similares, de modo que cada agricultor pueda ver también la clasificación de su explotación en el contexto de explotaciones similares de la zona (es decir, evaluación comparativa).



Consideraciones prácticas

En las explotaciones de praderas, hay dos entradas difíciles de cuantificar que plantean problemas específicos.

Una es la deposición de NPK por los animales que pastan. Desgraciadamente, faltan datos sobre la deposición del estiércol y la excreción de orina, ya que varía notablemente en función de la especie animal, la raza, la edad, el peso, el estado, la nutrición y la gestión del pastoreo. Se dispone de algunos datos de referencia sobre el N, pero el P y el K no suelen tenerse en cuenta. En consecuencia, un importante aporte de nutrientes para la SSB no suele cuantificarse con suficiente precisión.

Otro aporte importante, común tanto al FGB como al SSB, es la fijación biológica del N. Según la bibliografía actual, puede proporcionar una cantidad importante de nutrientes para el SSB. Según la bibliografía actual, puede aportar al suelo entre 10 y 300 kg de N, en función de la especie de leguminosa, la contribución a la pradera, el tipo de suelo y las condiciones meteorológicas. En una mezcla de gramíneas y leguminosas, debe evaluarse la proporción de leguminosas. Además, la contribución de las leguminosas a una pradera puede variar notablemente de un año a otro y en un mismo año en función de la estación. Por lo tanto, cualquier medición debe repetirse con frecuencia.

Si hay niveles elevados de N mineral en el suelo, las plantas dependen de esta fuente de N, y la fijación de N suele reducirse, ya que la fijación simbiótica es un proceso que consume una energía considerable. Por lo tanto, la contribución exacta de la fijación de N a la nutrición de los pastizales sólo puede estimarse.

A pesar de las dificultades para estimar estas dos importantes entradas, el método puede aplicarse utilizando valores estándar, aunque el usuario debe ser consciente de las posibles inexactitudes en el balance de nutrientes resultante.



Apoyo

Con frecuencia se necesita apoyo externo para introducir los datos con precisión y para analizar e interpretar los resultados. Por lo tanto, un servicio de extensión local, ya sea público o privado, sería de gran ayuda para la adopción de esta buena práctica..



Demostración del equilibrio de nutrientes en la granja y superficie del suelo



Ejemplo de buenas prácticas

Casi todos los ganaderos de los Países Bajos que entregan leche a una empresa de transformación lechera disponen de un sistema de contabilidad (Annual Nutrient Cycle Assessment - ANCA) que calcula el FGB y las SSB. Este sistema ha ayudado a muchos ganaderos a reducir el uso de fertilizantes minerales, distribuir mejor el estiércol en la superficie de la explotación, elaborar un mapa de los posibles lugares donde podría reubicarse el estiércol excedentario y fijar objetivos de mejora de la gestión de la explotación. Este sistema se utilizó primero para los balances de N, se amplió al P y ahora incluye también las emisiones de gases de efecto invernadero.

El proyecto de investigación Monitro, en el Piemonte (noroeste de Italia), introdujo con éxito en explotaciones piloto una hoja de cálculo de SSB a escala de campo. La SSB incluía N, P y K, y el principal objetivo del proyecto era aumentar la concienciación de los agricultores sobre cuestiones de gestión de nutrientes. Se está desarrollando una nueva versión web gratuita para un uso más generalizado.

