

INDICADORES DE LA CALIDAD DE SUELO PARA SU MANEJO SUSTENTABLE . BALANCE DE NUTRIENTES

Adaptado y traducido de Stoorvogel J (2000) Land Quality Indicators for Sustainable Land Management. Disponible en www.ciesin.org/iv-kmi/nbguid12.html

En muchos casos, el balance de nutrientes del suelo no está en equilibrio. Los sistemas agrícolas de los trópicos experimentan pérdidas crecientes de producción como resultado de la disminución de la fertilidad del suelo, mientras que la agricultura de altos insumos, experimenta una creciente lixiviación como resultado de la acumulación de nutrientes. Aunque los procesos de agotamiento de nutrientes son generalmente lentos y no ocurren cambios abruptos en la fertilidad del suelo, la pérdida de producción agrícola puede ser significativa. Por otra parte, el riesgo de lixiviación de nutrientes puede incrementarse cuando los nutrientes se acumulan en el suelo. Dirigir de la mejor manera el problema del agotamiento y acumulación de nutrientes no es una tarea fácil. ¿Necesitamos restaurar el stock de nutrientes del suelo a un nivel de fertilidad específico o podemos estabilizar el proceso del agotamiento o acumulación de nutrientes? En el caso de la restauración de la fertilidad del suelo ¿cuál es el objetivo de fertilidad preferido y cómo debe ser logrado?

Hay disponibilidad de muchas prácticas agronómicas que permiten a los agricultores manejar el balance de nutrientes del suelo. Al mismo tiempo, pero a otro nivel de escala, los políticos tienen acceso a un amplio rango de herramientas para influenciar tanto las decisiones de distribución de la tierra como las decisiones de manejo del suelo por parte de los agricultores. Estas medidas de políticas varían desde acciones intensivas, donde el manejo del suelo se influencia indirectamente a través de regulaciones, hasta medidas extensivas, donde el manejo del suelo es influenciado indirectamente a través, por ejemplo, de incentivos y regulaciones de precios. Antes de identificar las intervenciones preferidas es esencial que se cuantifique la tasa de acumulación o agotamiento de nutrientes a través del indicador de balance de nutrientes del suelo. Sólo después pueden definirse las estrategias requeridas de manejo de nutrientes.

La exactitud con la que queremos cuantificar el balance de nutrientes del suelo depende de la escala y objetivos de la cuestión a resolver. A escala continental, el objetivo puede ser crear conciencia de la magnitud de la disminución de nutrientes. En este caso pueden ser suficientes escalas cuantitativas como las usadas por Stoorvogel y Smaling (1990: Alta, Intermedia y Baja). A nivel de país, puede usarse un indicador de calidad de suelos para el agotamiento de nutrientes con diferentes objetivos. Para propósitos de planeamiento, es necesario identificar áreas problemáticas para focalizar la investigación y los blancos de acción específica. Este proceso de escrutinio puede basarse en un número de clases generales y de valores umbrales bien definidos (ver por ejemplo en Smaling et al, 1991). También a nivel nacional, puede considerarse el agotamiento de recursos naturales (Solórzano et al, 1991) dentro del balance financiero nacional. Los economistas han identificado la importancia de las cuentas ambientales en el uso de los recursos naturales, pero se requieren indicadores operacionales tales como la disminución de nutrientes del suelo.

A una escala más detallada, por ejemplo a nivel de comunidad o de establecimiento, el planeamiento para mantener el stock de nutrientes y evitar su agotamiento o la sobre fertilización y el daño ambiental asociado es una decisión importante en el mantenimiento de la sustentabilidad a nivel de finca (ver ej van de Pol, 1993). A este nivel, se necesita examinar las tecnologías agrícolas alternativas, tales como el manejo integrado de

nutrientes y varios tipos de labranzas de suelo y otras prácticas agrícolas, y determinar sus impactos sobre el stock y flujos de nutrientes. Esas decisiones requieren estimaciones cuantitativas del balance de nutrientes del suelo, no siendo adecuadas las amplias clasificaciones cuantitativas. Frecuentemente, los resultados de los análisis de suelo son útiles a este nivel.

CONSIDERACIONES PARA CALCULAR EL BALANCE DE NUTRIENTES DEL SUELO.

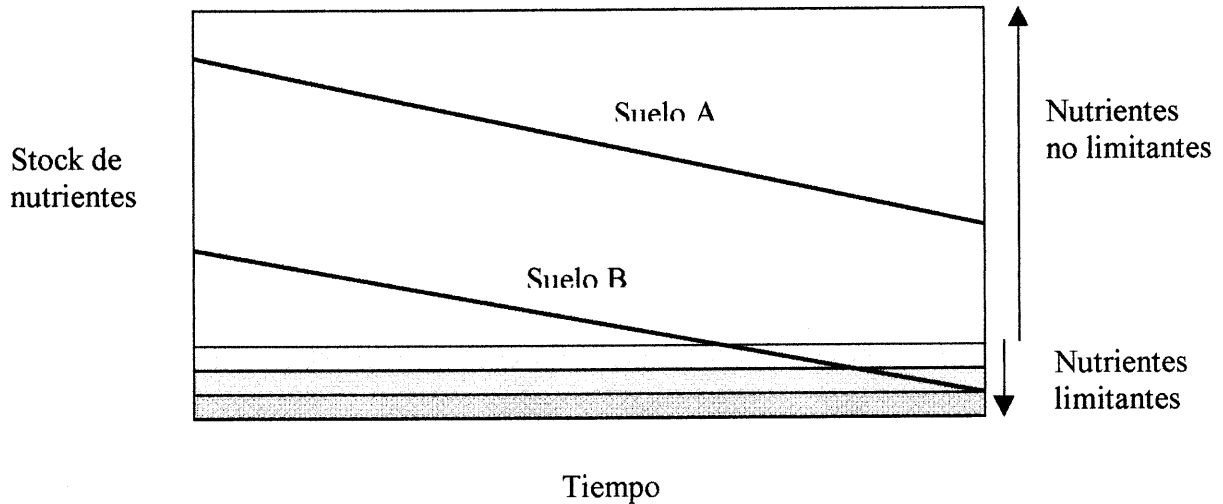
Los indicadores de calidad de suelo son requeridos a diferentes escalas. Aunque pueden usarse procedimientos de agregación para ciertas escalas de indicadores, los políticos frecuentemente requieren estimaciones a escalas específicas, y no quieren confundirse con muchos detalles de las escalas subyacentes. Para el cálculo de balance de nutrientes se recomienda un procedimiento genérico basado en un ejercicio de contabilidad de las diferentes entradas y salidas (stock y flujos) de los nutrientes del suelo (Stoorvogel y Smaling, 1991). La metodología involucra evaluaciones de las principales entradas y salidas de nutrientes (Tabla 1).

Entradas		Salidas	
E1	Fertilizante mineral	S1	Productos de cosecha
E2	Fertilizante orgánico	S2	Residuos de cultivo
E3	Deposición seca y húmeda	S3	Lixiviación
E4	Fijación de nitrógeno	S4	Pérdidas gaseosas
E5	Sedimentación	S5	Erosión del suelo

Se requiere un conjunto mínimo de datos para diferentes niveles de detalle, pero los requerimientos básicos son el mapa de suelos, los valores de producción y algunas características básicas de los sistemas de uso de la tierra. Si se dispone de más datos, el procedimiento de cálculo se realizará con un mayor grado de detalle.

INDICADORES PARA EL BALANCE DE NUTRIENTES DEL SUELO

En muchos casos, la pérdida de nutrientes calculada por el balance neto de entradas y salidas no es un buen indicador de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. La Figura 2 muestra los efectos de tasas similares de disminución en un suelo fértil (suelo A) y en un suelo infértil (Suelo B). El área sombreada representa el stock de nutrientes con concentraciones que son limitantes para el crecimiento de las plantas. Aunque ambos suelos tienen tasas similares de disminución, el suelo b tendrá una situación limitante de nutrientes mucho más rápido que el suelo A.



DATOS REQUERIDOS PARA CALCULAR EL BALANCE DE NUTRIENTES

Generalmente la disponibilidad de datos determina el procedimiento para estimar el balance de nutrientes a nivel supra nacional. La FAO, por ejemplo, provee datos sobre áreas de producción, niveles de producción (FAO, 1989) y entradas de fertilizantes (FAO, 1987). Otros datos de entradas pueden ser obtenidos a partir de estudios de suelos a menor escala, tales como los mapas de suelos del mundo a escala de 1:5 millones (FAO, 1977) y mapas agroclimáticos (FAO, 1978). También, algunos datos generales sobre prácticas en relación a abonos, manejo de los residuos de cultivo y otras fuentes de nutrientes pueden ser obtenidos de estudios de investigación. Aunque a esta escala, la estimación del balance de nutrientes es frecuentemente cuestionada por su utilidad, habitualmente es un buen indicador para crear conciencia y para efectuar estudios basados en escenarios indicativos de la distorsión de los stock y flujos de nutrientes. A escalas grandes, frecuentemente se disponen de las bases de datos nacionales, aunque la cantidad y calidad de los datos varía para cada país. Como resultado, el nivel de detalle que puede alcanzarse en el procedimiento es altamente variable.

La información cuantitativa de E1, S3 y S4 es frecuentemente difícil de obtener. En estos casos, son recomendadas funciones de transferencias (Stoorvogel y Smaling, 1990) que en muchos casos son ecuaciones de regresión en las que los flujos de nutrientes se explican por variables independientes que han sido medidas. Ellas normalmente incluyen precipitación, clases de fertilidad del suelo, fertilizantes y uso de estiércol.

La cuantificación de los flujos individuales del balance de nutrientes (ej. E 1-5 y S1-5) requiere de diferentes métodos. Los datos de entradas usados dependen mucho de la escala de análisis y de la disponibilidad de datos. Aunque los datos, por ejemplo, de producción de cultivos son incorporados en las estadísticas nacionales o en las bases de datos regionales, un cierto número de datos requeridos tanto de manejo como de valores para la lixiviación son típicamente desconocidos. Estos datos pueden ser estimados usando funciones de transferencia. Debajo se realiza una descripción general de los diferentes flujos.

La entrada de nutrientes por fertilizantes minerales (E1) puede derivarse de las estadísticas agrícolas o ser obtenidas por encuestas, dependiendo del nivel de escala. Podría ser necesario la desagregación de valores para los diferentes sistemas de uso del suelo. La entrada desde el estiércol y otros fertilizantes orgánicos (E2) depende del sistema de manejo del ganado. La deposición por lluvia y polvo (E3) generalmente no se encuentra disponible, pero se han derivado funciones de transferencia basadas en la precipitación (Stoorvogel y Smaling, 1990). La fijación de nitrógeno (E4) se estima como un porcentaje fijo del total de nitrógeno extraído por los cultivos de leguminosas y dependen del patrón de cultivos. Adicionalmente, los cultivos se benefician por aportes de pequeñas cantidades de nitrógeno, que se fija asimbióticamente. La sedimentación (E5) es importante sólo en áreas que están naturalmente inundadas o regadas. Naturalmente, las áreas inundadas se asumen como de no agotamiento. Para áreas irrigadas se estima una cantidad fija de entrada por sedimentación.

Los nutrientes en los productos de cosecha (S1) se derivan de los contenidos específicos de nutrientes en los cultivos y de los rendimientos obtenidos de estadísticas agrícolas. Los residuos removidos de los cultivos (S2) están relacionados con las formas de producción por las cuales una cierta cantidad de residuos es dejada en el campo. La lixiviación (S3) se aplica al nitrógeno y potasio y está correlacionada con la fertilidad del suelo, la aplicación de fertilizantes, extracción de nutrientes de los cultivos, contenido de arcilla y precipitación (Stoorvogel y Smaling, 1990). Las pérdidas gaseosas (S4) están relacionadas a los mismos factores que la lixiviación. Las pérdidas de nutrientes a través de la erosión de suelo (S5) son obtenidas por multiplicación de las pérdidas de suelos con el contenido de nutrientes del suelo. Se aplica un factor de enriquecimiento para contabilizar las diferencias en el contenido de nutrientes entre el sedimento y el material original del suelo.