

EL ROL DE LA INVESTIGACION DE FERTILIDAD DE SUELOS EN EL DESARROLLO DE SISTEMAS SOS- TENIBLES DE PRODUCCION DE ALIMENTOS.

Kenneth G. Cassman¹

Cuáles son los procesos fundamentales que relacionan al manejo de la fertilidad de suelos con la calidad en los suelos? El entendimiento adecuado de las características de un sistema agrícola sostenible es esencial para satisfacer las necesidades alimenticias globales en las décadas venideras.

La preocupación general sobre los efectos de las actividades humanas en el medio ambiente se está incrementando. Esta preocupación es evidente en encuestas, cobertura de los medios de comunicación y también en las agendas políticas a nivel regional y nacional.

Aun cuando todos los sectores económicos están bajo escrutinio, en agricultura, las preocupaciones por el medio ambiente han generado un llamado para desarrollar sistemas sostenibles que sean menos dependientes de insumos externos como los fertilizantes. El sistema de agricultura dominante en los EEUU sigue una estrategia de manejo que intenta aliviar la deficiencia de nutrientes en los cultivos por medio de la adición de fertilizantes. Por esto, el llamado popular por agricultura sostenible implicaría que sistemas de cultivo basados en esta estrategia de manejo no son sostenibles.

QUE ES UN SISTEMA SOSTENIBLE

En gran parte de las presentaciones sobre agricultura sostenible, los participantes promueven o defienden métodos de agricultura que se definen con respecto a los niveles o fuentes de insumos aplicados. Esto nos lleva a la clasificación de los sistemas de cultivo como "orgánico", "alternativo", "de bajos insumos", o "convencional". Estas definiciones desvían la atención del aspecto más crucial, es decir: como deben funcionar nuestros sistemas de cultivo para que sean viables a largo plazo?. Basándose en un criterio de performance, un sistema de agricultura sostenible debería tener las siguientes características:

- Optimiza la producción con respecto a los insumos mientras provee un total retorno en tierra, trabajo, o capital que sea competitivo con otros medios de vida disponibles al agricultor.
- Mantiene o mejora los recursos (suelo y agua) de los cuales depende la agricultura.
- Limita los efectos sobre los recursos de fuera de la finca (agua subterránea, aire, etc.), mantiene en condiciones aceptables de calidad el medio ambiente, y brinda un lugar seguro de trabajo a los que están envueltos en actividades de producción.

1 Profesor asociado del Departamento de Agronomía, Universidad de California/Davis, Davis, CA 95656.

• Contribuye al bienestar social de las comunidades rurales y de la sociedad en conjunto.

El definir sostenibilidad en términos de performance evita prejuicios sin fundamento imputados a estrategias de cultivo específicas. En cambio, un sistema es sostenible si cumple con estos criterios en el corto, mediano y largo plazo.

Las características descritas proporcionan también estándares medibles, de modo que los investigadores puedan evaluar el grado con el cual un sistema de cultivo cumple las metas propuestas. Los estándares incluyen medidas de eficiencia biológica que son importantes en nuestro planeta de recursos limitados. Parámetros como el rendimiento calórico (una medida del valor nutricional y contenido de energía) y el rendimiento proteico comparados con insumos como lluvia, irrigación, nutrientes y energía usados en la producción, son parámetros comunes de performance que permiten la comparación de diferentes sistemas de cultivo en diversos ambientes. Esta proporción rendimientos / insumos permite un buen análisis económico de costos, beneficios y riesgos.

Una premisa inherente a sostenibilidad, y que define cualquier concepto al respecto, es que los cambios en la calidad del suelo (definidos por cambios medibles en propiedades químicas, físicas, y biológicas) afectan la proporción rendimientos / insumos. Esto significa que mayores insumos como agua, nutrientes, y/o energía serán requeridos para mantener los rendimientos en sistemas de manejo de cultivos que causan declinación en la calidad del suelo. El proceso inverso también es aplicable. Aun cuando este concepto es la parte medular de la discusión de sostenibilidad, la falta de fuerte evidencia experimental que soporte la hipótesis indica la superficialidad de este debate.

UNA PERSPECTIVA GLOBAL DE AGRICULTURA SOSTENIBLE

Otro importante estándar en la performance de la finca es la producción total en términos del valor de los alimentos o retorno económico. Esto a menudo no es reconocido en discusiones de sostenibilidad, pero el satisfacer las necesidades de alimentos de una creciente población mundial obliga a que los agricultores incrementen su producción en sistemas sostenibles en proporción comparable al crecimiento poblacional.

A menudo se indica que la producción alimenticia mundial ha sido más que suficiente para satisfacer la demanda alimenticia y el hambre y carestía son el resultado de la inadecuada distribución de alimentos y la falta de poder adquisitivo de aquellos en necesidad. Realmente la década

de 1980 fue una época de sobreabastecimiento de muchos productos. Sin embargo, y pensando en el futuro, está el hecho de que si la producción global de alimentos será adecuada si se tiene en cuenta la reducción de la productividad en áreas donde los recursos suelo y agua están siendo agotados. Si nuestras proyecciones resultan insuficientes, ocurrirá hambre sin importar los métodos de distribución de alimentos y el ingreso económico.

Como científico de suelos que ha viajado extensivamente, mis observaciones sobre el panorama de la demanda y producción global de alimentos no es muy optimista. Grandes extensiones de la tierra irrigada más productiva están amenazadas por salinización debido a drenaje inadecuado. Son notables ejemplos el valle de San Joaquín en California, el valle del Nilo en Egipto y grandes áreas en el Asia Central Soviética bordeando el mar Aral. De igual manera sistemas irrigados que dependen de acuíferos geológicos, como el acuífero de Ogallala en los EEUU, tienen una vida limitada de unas cuantas décadas, y el desplazamiento urbano cubre tierras productivas en una proporción alarmante en todo el mundo. De mayor preocupación son los millones de hectáreas en países en vías de desarrollo donde la presión poblacional y los rápidos cambios sociales han forzado a cultivar laderas, donde proporciones desmesuradas de erosión del suelo hacen peligrar la persistencia de estos sistemas de producción de alimentos.

Aún con predicciones optimistas sobre el crecimiento poblacional, los demógrafos predicen una duplicación de la población a más de 10 billones de personas en 45 a 50 años. Para compensar la pérdida de tierras productivas que ocurre actualmente, existe disponible poca tierra potencialmente arable con excepción de las sabanas ácidas e infértiles y los bosques del trópico húmedo. Dadas estas restricciones en el recurso tierra, una visión global de una agricultura sostenible debe acomodar la necesidad de duplicar la producción mundial de alimentos en un período de 50 años. Considerando esto, los sistemas de agricultura sostenible deberán intensificar la producción en la tierra cultivada existente para producir mayor rendimiento por unidad de área.

INVESTIGACION DE FERTILIDAD DE SUELOS PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE

La necesidad de duplicar la producción global de alimentos sin un gran incremento en la tierra bajo cultivo presenta un desafío formidable. Para lograr esta meta, la aplicación y la remoción de nutrientes de los suelos de la finca deben incrementarse proporcionalmente debido a que los requerimientos de nutrientes de los cultivos son bastante rígidos. Un incremento al doble de los rendimientos removerá el doble de nutrientes a la cosecha. Los cultivos de cereales probablemente se mantendrán como la base de

la cadena alimenticia humana debido a las ventajas sobre otros cultivos en rendimiento y almacenamiento, y por que se prefieren como cultivos de seguridad alimentaria.

Con limitados recursos de agua y suelo, declinará la importancia relativa del aporte de nitrógeno (N) de leguminosas y materia orgánica. Si esto es cierto una agricultura sostenible dependerá de estrategias de manejo que optimicen la absorción eficiente del fertilizante nitrogenado por el cultivo y minimicen la lixiviación de nitratos a la tabla de aguas.

Está en discusión si las estrategias de manejo que principalmente dependen de fertilizante nitrogenado para aliviar las deficiencias de N en el cultivo nos llevan inherentemente a niveles inaceptables de desplazamiento de nitratos hacia la tabla de aguas. Si bien se presume usualmente que la lixiviación de nitratos es directamente proporcional al nivel de aplicación de N, no está del todo claro que esto es cierto cuando la aplicación de N esta fraccionada para suplementar mejor la demanda del cultivo y cuando se utilizan tasas, formas y métodos apropiados de aplicación. Para resolver este problema, los investigadores cuando comparan estrategias de uso de N deben considerar no solamente la respuesta en rendimiento a la aplicación de N, sino también la eficiencia de N y la probabilidad de lixiviación de nitratos.

Sin suficientes estudios de campo en los cuales se evalúen estos parámetros de performance por varios ciclos de cultivo, la relación de y efecto entre los niveles de aplicación de N y la lixiviación de nitratos permanecerá como problema crucial.

El flujo de otros nutrientes esenciales en los sistemas de cultivo existentes debe también incrementarse. En el caso del fósforo (P) y potasio (K), depósitos de buena calidad de estos nutrientes ocurren en áreas limitadas, y muchos países deben importar estos nutrientes. El mejoramiento de la eficiencia en la utilización de P y K deberán, por esta razón, incrementarse en importancia. Deben recibir mayor atención innovaciones en técnicas de aplicación que permitan la disponibilidad de nutrientes de acuerdo a la distribución de las raíces y la humedad del suelo disponible en diferentes cultivos y estrategias de labranza.

Para todos los nutrientes, el desarrollar una capacidad para identificar su condición en el suelo, en cada sitio en el campo y el aplicar cantidades de nutrientes variables para satisfacer las necesidades específicas de cada sitio pueden incrementar significativamente la eficiencia de la

utilización de nutrientes en lugares donde la nivelación de la finca o la topografía hacen que la fertilidad original del suelo sea extremadamente variable.

De todos modos, el mayor reto es entender como el manejo de la fertilidad afecta la calidad del suelo, y el aplicar ese conocimiento para integrar todos los aspectos del manejo del cultivo para optimizar el rendimiento y la eficiente utilización de insumos en el largo plazo. El manejo de la fertilidad del suelo gobierna la nutrición de la planta, lo cual en su turno influye en la susceptibilidad a enfermedades, crecimiento y el rendimiento. El crecimiento del cultivo determina la cantidad de biomasa en las raíces y la cantidad de residuos del cultivo que son los aportes de materia orgánica que determinan los niveles de carbono orgánico en el suelo. El contenido de materia orgánica en el suelo es un parámetro clave que refleja la calidad del suelo porque influye en todas las propiedades físicas, químicas y biológicas que gobiernan la eficiente utilización de insumos y productividad potencial de un sistema de cultivo. Desafortunadamente nuestro entendimiento básico de estos procesos es muy limitado.

En su excelente publicación, "Soil Under Shifting Cultivation", publicado en 1960, Nye y Greenland concluyeron que: "Existe la impresión general que cultivos continuos llevan hacia una falta de "substancia" en el suelo. Aun cuando esto es frecuentemente atribuido a una baja en el contenido de materia orgánica, estamos muy lejos de saber si esto es realmente cierto. Tampoco se conoce hasta que punto esta falta de "substancia" implica bajos rendimientos. La pregunta se complica por el hecho de que rendimientos pobres, debido a un bajo contenido de nutrientes por si mismo puede promover una pobre condición física debido a cobertura pobre, y bajo retorno de residuos de la parte aérea y de la raíz. Por otro lado, los altos rendimientos inducidos por fertilizantes pueden mantener una excelente condición como se observa en los suelos altamente fertilizados donde se cultiva maíz continuamente".

Es claro que la fertilización muy elevada no es probablemente una opción económica, y la pregunta crucial sigue sin respuesta: Cuáles son los procesos fundamentales que relacionan al manejo de la fertilidad del suelo con los cambios en la calidad del suelo? Un claro entendimiento de estos mecanismos es un prerequisite para formular sistemas de agricultura sostenible para suplir la futura demanda alimenticia de una población humana en rápido crecimiento.