
40 AÑOS DE ROTACIONES

INTRODUCCIÓN A LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Roberto Díaz Rossello¹

SIGNIFICADO DE LAS ROTACIONES

La agricultura de granos es la responsable de los mayores problemas ambientales que acompañaron el desarrollo productivo en muchas regiones del mundo. La preparación anual de suelos condujo a la degradación y erosión de los suelos más productivos en vastísimas regiones, ya que pocas actividades humanas se desarrollan en tanta extensión territorial. Uruguay no fue ajeno a eso.

Cuando se introduce el tema de rotaciones de cultivos de inmediato se asocia al concepto de sostenibilidad ambiental y productiva, porque desde los comienzos de la agricultura fue una práctica de producción que permitió mitigar y superar innumerables problemas de la monocultura. En su expresión más común las rotaciones de cultivos se conciben como simplemente la alternancia de cultivos anuales. No obstante, las rotaciones con pasturas claramente se diferencian en su potencial contribución a la sostenibilidad, porque tienen la capacidad de revertir los procesos de degradación de los suelos recuperando potencial productivo.

NUESTROS SUELOS AGRÍCOLAS Y SU EVOLUCIÓN

Al hacer un balance de la contribución a la sostenibilidad productiva de los suelos, por la introducción de pasturas cultivadas en rotación con cultivos, es bueno hacerlo con una dimensión evolutiva de largo plazo para adquirir la real perspectiva del tema. Los suelos agrícolas del litoral sur del Uruguay están constituidos principalmente por argiudoles -en la clasificación americana- y su proceso de formación se mide en por lo menos una decena de miles de años. Lo que hace que un suelo sea definido como tal es precisamente la acumulación de materia orgánica.

Durante 10000 años o más estuvo acumulando materia orgánica en el ecosistema natural hasta alcanzar un máximo en equilibrio. Hace aproximadamente 500 años interviene el hombre introduciendo ganado y comienza a afectarlo, pues son evidentes grandes periodos de sobrepastoreo que pueden inclinar el equilibrio a la pérdida de materia orgánica. Hace solamente 100 años se produce un impacto dramático; comienza la agricultura arable "continua" determinando pérdidas cuantiosas de los suelos y su materia orgánica. Y hace tan solo 40 años comienzan a adoptarse las rotaciones con pasturas que tienden a equilibrar el proceso con acumulación de materia orgánica. Podemos interrogarnos finalmente de la potencial contribución que comienza en los últimos 10 años con la eliminación del laboreo por adopción de la siembra directa. Como se ve, la acción del hombre ocurre en un período muy breve en el proceso de formación de un recurso

¹ Ing. Agr. M.Sc., Supervisor Área Cultivos, INIA La Estanzuela.

natural y puede ser muy grave. De allí la importancia de comprender cabalmente las consecuencias del manejo de suelos que se propone.

ANTECEDENTES AMBIENTALES Y DE PRODUCCIÓN

La región y en particular Uruguay presentan condiciones de muy frágil estabilidad productiva de los suelos bajo agricultura anual convencional. Los suelos tienen bajas tasas de infiltración y frente a las frecuentes tormentas con lluvias de alta intensidad, manifiestan fuertes escurrimientos erosivos. La topografía con pendientes promedio del orden del 4% favorecen la expresión de la erosión bajo esas circunstancias. El cultivo de los suelos con los conocimientos de laboreo que introdujeron los inmigrantes europeos, rápidamente fue deteriorando la capacidad productiva primero de los suelos de los alrededores de Montevideo y hacia la segunda mitad del siglo XIX comenzó a desplazarse a los mejores suelos del Litoral-Oeste. Luego de un ciclo de algunos años de agricultura las tierras se dejaban en descanso recuperándose con pasturas naturales para luego volver a otro ciclo de cultivos cada vez más breve. Ese tipo de pasturas naturales no era suficiente para restaurar la fertilidad original y los suelos terminaban muy empobrecidos. Hacia mediados del siglo XX con la expansión agrícola de los años cincuenta ya se percibe un generalizado agotamiento de las mejores tierras agrícolas del país, que se refleja en rendimientos por hectárea muy bajos.

LOS ORÍGENES DEL EXPERIMENTO

A comienzos de los años sesenta el ministerio de Ganadería y Agricultura inicia un programa de desarrollo de la producción pecuaria basado en la introducción y adaptación de pasturas cultivadas sobre la base de leguminosas forrajeras. En ese entonces, también comienza un proyecto de manejo de suelos en la Estación Experimental La Estanzuela. Ya se conocían plenamente los "Ley-Farming Systems" basados en la capacidad de restaurar la fertilidad de los suelos por las pasturas y su rotación con agricultura anual.

El Ing. José Lavalleja Castro percibe la oportunidad de evaluar un manejo de suelos sustentable basado en el desarrollo de sistemas mixtos de producción. Diseña entonces el ensayo de rotaciones que hoy nos ocupa donde introduce un elemento que fue sumamente crítico para el éxito posterior de la información experimental. No repite los diseños de la mayoría de los ensayos clásicos de rotaciones en otras regiones del mundo, sino que consciente que la erosión era el factor crítico en la sostenibilidad establece parcelas de escala comercial (1/2 hectárea) en fajas que van desde la parte alta de la topografía a la baja. De esa manera la erosión se expresa igual que en las chacras de los productores. Rápidamente se aprecian los beneficios de la rotación de cultivos con pasturas. En pocos años los siete sistemas de producción evaluados muestran como los rendimientos de los cultivos en sistemas de rotación con pasturas prácticamente duplican los rendimientos obtenidos en los sistemas agrícolas continuos.

SU IMPACTO PRODUCTIVO

Las condiciones productivas de la región eran muy favorables ya que en los establecimientos convivían la producción ganadera y la agricultura de granos. En general las mejores chacras se destinaban a la agricultura y el resto del establecimiento a la ganadería. Escasamente se rotaban los campos y eso ocurría con largos períodos de barbecho bajo campo natural regenerado. Existían dificultades para implementar las rotaciones con pasturas cultivadas derivadas del alto costo de las mismas y de la necesidad de mantener bien los alambrados y dar aguadas en los campos agrícolas en que se quería introducir pasturas. Fue el desarrollo exitoso de las siembras asociadas de cultivos de invierno con pasturas el gatillo tecnológico que disparó la adopción del sistema mixto de producción. Su adopción generalizada ocurrió en tan solo dos décadas a partir de 1970. Las

siembras asociadas se vieron perfeccionadas por la investigación en los métodos de siembra, el control de malezas y la fertilización. Como toda tecnología que se adopta rápidamente, su éxito se basó en sus beneficios económicos inmediatos. La implantación de las pasturas resultaba mucho más económica que en siembras puras.

Indirectamente forzó a la rotación de campos, pues tan pronto un cultivo de trigo o cebada es sembrado asociado a una pradera cuando se cosecha deja implantada la pastura en una chacra agrícola, a la que hay que mejorarle alambres y aguadas para que por tres o cuatro años tenga ganado y recuperada su fertilidad pueda volver a otro ciclo agrícola.

Ya a mediados de la década del 90 existen encuestas de uso del suelo que revelan que la totalidad de la agricultura de granos se hace en rotación con pasturas y que prácticamente el 90% de los cultivos sembrados tenían una pastura roturada uno, dos o tres años antes de su implantación. En pocas regiones del mundo persisten los sistemas mixtos. En general han ido desapareciendo como consecuencia de las necesidades de alta especialización productiva que impone la competitividad de los diferentes rubros. La gestión de estos predios mixtos es mucho más compleja. También la investigación en muchas partes del mundo desatendió por mucho tiempo esta temática de la diversificación agrícola como contribución a la sustentabilidad y es recién en la última década que vuelven a recobrar interés, para la investigación de los países desarrollados, este tipo de modelos diversificados de producción.

Al interrogarnos por las causas que determinan la continuidad y adopción de los sistemas mixtos pueden no ser suficientes las razones ambientales y agronómicas que recién describíramos. La estructura de producción principalmente referida a la tenencia y el tamaño de los predios puede influir marcadamente en su viabilidad. Claramente la agricultura basada en rotaciones pudo ser adoptada por los productores de mayor tamaño y en el proceso de adopción desaparecieron los estratos de menor tamaño. Los ingresos por hectárea de cultivos son en general significativamente mayores que por hectárea dedicada a la pecuaria. Necesariamente, para hacer viable la rotación con pasturas en los establecimientos más pequeños es necesario desarrollar tecnología para una pecuaria mucho más intensiva que la convencional.

EVOLUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Los acelerados cambios en las condiciones económicas y también ambientales determinan necesidades de adaptación de la propuesta original. En tres ocasiones a lo largo de sus 40 años de vida el experimento ha sido rediseñado. Entre los cambios más destacados se señala;

- a) El acortamiento de los ciclos de pasturas plurianuales basadas en leguminosas. Una vez que se reiteraron períodos de leguminosas en el mismo suelo incrementó la prevalencia de enfermedades radiculares que acortaron la vida productiva de las praderas. En el diseño original eran de cinco años y actualmente son de tres.
- b) Las siembras puras de pasturas con leguminosas se dejaron de hacer solas para pasar a hacerlo consociadas a cereales de invierno.
- c) Desapareció del mercado el cultivo de lino y tomo su lugar el cultivo de cebada que aumento notablemente sus áreas de siembra en la producción comercial.
- d) Se introdujo el doble cultivo también por su aumento de área de producción y por la mayor eficiencia de uso del suelo.
- e) El más detallado conocimiento del comportamiento de las especies forrajeras también obligó a cambios de tratamientos. Así se sustituyo la alfalfa por lotus dados los reiterados fracasos de implantación de la primera y por la importancia que tomo la última como leguminosa primavera-estival.
- f) Finalmente esta el tema de la posibilidad de la introducción de la siembra directa en algunos tratamientos.

Seguramente los cambios y ajustes de diseño y de tratamientos no han terminado. De alguna manera suena contradictorio evaluar efectos de largo plazo, si se están cambiando los tratamientos. La realidad es que se siguen respetando determinadas características básicas del manejo del suelo tales como la proporción de pasturas y cultivos en el total de la rotación o el empleo de fertilizantes, etc. Esos cambios son resultado del compromiso de no desactualizar la información en función de la realidad productiva y mantener la base del manejo del suelo para medir efectos de largo plazo.

Por otra parte el gran valor de estos experimentos es la riqueza de los registros que se lleven de modo de contar con una historia detalladamente conocida el manejo anterior y de la evolución de diversas variables biológicas.

LA SUSTENTABILIDAD EN DIVERSAS VARIABLES

A lo largo de los años incrementó la cantidad de variables biológicas, productivas, estructurales, etc. que fueron progresivamente estudiadas y monitoreadas. En los comienzos del experimento los estudios se limitaron prácticamente al seguimiento de nutrientes, materia orgánica y la producción de las pasturas y cultivos. Progresivamente se fueron incorporando evaluaciones de propiedades físicas, fracciones del fósforo, biomasa microbiana, potenciales de mineralización, malezas, epidemiología de enfermedades, insectos, aspectos económicos, mesofauna del suelo, etc. Se ha progresado mucho en la comprensión de los aspectos básicos que gobiernan los grandes tratamientos de los diferentes sistemas de manejo del suelo y como estos explican la producción de cultivos y pasturas.

En esta misma publicación se interpretan los últimos trabajos que vienen desde diversas disciplinas y que encontraron en el experimento información valiosísima para comprender el funcionamiento de estos agroecosistemas. Se puede en muchos casos inferir la evolución futura y anticiparse en el diseño de nuevos experimentos que resuelvan restricciones de la producción a través de nuevas propuestas tecnológicas.

LOS DESAFÍOS ACTUALES

En este momento del experimento nada más crucial y pertinente que la discusión de la integración de la siembra directa al experimento y a sus diferentes sistemas de rotación. Para comprender cabalmente su significación hay que analizar algo las bases conceptuales de esa integración; rotaciones pastura-cultivos y siembra directa.

En materia de manejo sostenible de suelos agrícolas hay solamente dos grandes senderos tecnológicos disponibles:

Por un lado las rotaciones aumentando la diversificación productiva. Presentan a partir de la monocultura crecientes posibilidades de diversificación que pasan por la alternancia de distintos cultivos, ciclos complementarios para uso más eficiente del suelo, doble cultivo, hasta llegar al modelo más desarrollado; el mixto, donde los cultivos anuales alternan con pasturas plurianuales de leguminosas. En este último sistema, las pasturas que duran más de un año, contribuyen interrumpiendo el ciclo anual de malezas, plagas y enfermedades propias de los cultivos de granos de estación. Así se reduce la necesidad de defensivos agrícolas para la protección contra esos factores bióticos. Por otra parte, las pasturas con leguminosas reducen notoriamente el riesgo de erosión durante su fase de crecimiento y contribuyen a recuperar el contenido del carbono y el nitrógeno orgánico del suelo.

La segunda alternativa tecnológica se basa en la reducción del laboreo. A partir del laboreo más convencional que requiere largos períodos sin cobertura vegetal ni residuos se progresa en diversas alternativas de reducción del laboreo y de los tiempos de exposición de suelo desnudo hasta la forma más desarrollada que no requiere laboreo y que conocemos como siembra directa.

El gran desafío para investigación en rotaciones de pasturas con cultivos es integrar a la siembra directa sumando las contribuciones a la sostenibilidad productiva que ambas tienen. Es necesario hacer converger en sistemas económicamente viables las dos corrientes tecnológicas. Ciertamente, se presentan dificultades propias de la complejidad de los sistemas mixtos y de la estabilización de la condición del suelo luego de la transición del laboreo convencional a la siembra directa.

Las relaciones de precios de los granos y los productos pecuarios -principalmente la ganadería de engorde- son determinantes críticas para el desarrollo de sistemas mixtos en siembra directa. De lo contrario, asistiremos a una especialización en sistemas agrícolas continuos en siembra directa cuya sostenibilidad productiva y ambiental en el mediano y largo plazo es incierta. Esta región agrícola no posee los suelos ni la estabilidad climática de las mejores zonas agrícolas del Cono Sur (pampa húmeda y Planalto) y los sistemas productivos quedarían más expuestos a los extremos climáticos. Obviamente, bajo este modelo productivo, la ganadería enfrentará grandes dificultades para encontrar otras alternativas que le permitan mantener la intensificación resultante de las siembras asociadas actuales.

La sustentabilidad de los recursos naturales y la económica van en el largo plazo de la mano. En el corto plazo es muy difícil percibir el deterioro productivo resultante de la intensificación agrícola. La ausencia de pasturas en la rotación hará disminuir progresivamente la capacidad de suministro de N por el suelo y se dependerá de cantidades mayores de fertilizantes nitrogenados cada año. La reiteración de cultivos y herbicidas totales también incrementará la necesidad de defensivos para el control de plagas, enfermedades y malezas.

Para conciliar la siembra directa con el sistema mixto, no solamente habrá que superar problemas de compactación que hacen difícil la transición de la fase pasturas a cultivos, sino que habrá que considerar nuevos diseños que seguramente plantearan ciclos agrícolas más extendidos, empleo de las pasturas con conservación de forraje, etc.

LO QUE VENDRÁ..

Seguramente seguiremos asistiendo a ajustes y cambios en los siete sistemas de manejos del suelo que conforman el experimento. En el pasado siempre han ocurrido con cierto rezago con relación a los cambios tecnológicos de la realidad productiva. Es razonable, porque hay que estar muy seguros del éxito de lo que se introduce. El objetivo de este experimento no es el de validar nuevas tecnologías. De eso debe ocuparse otro tipo de experimentos. La discusión y decisiones sobre la introducción total de la siembra directa en el manejo de suelos de este clásico experimento aun no ha terminado. Será lo más inmediato, pero seguramente continuará con otras alternativas técnicas.

Lo que ciertamente se seguirá desarrollando es la comprensión de muchas más variables biológicas que explicarán y alertarán sobre el impacto ambiental de largo plazo que tendrán todas las nuevas innovaciones de manejo de los suelos y cultivos que la ciencia propone.

Solamente con investigación ambiental de largo plazo, la producción y el hombre tendrán largo plazo.