

LA ROTACION DE CULTIVOS

Efecto en la sustentabilidad de los sistemas agrícolas

Marco conceptual

Jorge González U./1

Emilio Ruz J./2

INTRODUCCION

La rotación de cultivos, definida como " la sucesión recurrente y más o menos regular de diferentes cultivos en un mismo espacio de suelo agrícola", fué ampliamente utilizada en el pasado como una forma natural de restituir la fertilidad de suelos y disminuir la incidencia de malezas y enfermedades. Sin embargo, con el advenimiento de la agricultura moderna, que incorporó el uso masivo de agroquímicos y fertilizantes sintéticos, esta práctica ha venido perdiendo importancia en los sistemas productivos.

En el último tiempo, el aumento de producción basado en un alto uso de agroquímicos y la tendencia a practicar el monocultivo, ha tenido un impacto en términos de contaminación ambiental, erosión, menor productividad y aumento de los costos de producción.



Vista parcial de estudios integrados de rotaciones en el valle regado, zona centro sur. (Foto J. González).

da en forma creciente.

Bajo esta realidad, el estudio y la práctica de rotaciones adecuadas vuelve a tener importancia, sobre la hipótesis que el manejo agronómico basado en conceptos ecológicos puede efectivamente reducir el uso de agroquímicos, manteniendo la productividad de los sistemas agrícolas en un nivel compatible con el escenario económico y el grado de protección ambiental que la sociedad demanda.

El objetivo de este artículo es entregar conceptos básicos tendientes a visualizar los beneficios agronómicos de la rotación de cultivos en los sistemas productivos actuales. Algunos aspectos serán ilustrados con información que están generando estudios de rotaciones en suelos regados del Valle Central (Foto 1) e información reciente de la literatura internacional.

1/ Ingeniero Agrónomo, Departamento Gestión y Sistemas Productivos.

2/ Ingeniero Agrónomo, Subdirector de Investigación.

BENEFICIOS AGRONOMICOS DE LA ROTACION.

Los beneficios agronómicos se centran en tres amplios temas :

- A.- Acción sobre la fertilidad del suelo.
- B.- Acción sobre las malezas.
- C.- Acción sobre las enfermedades.

A.- ACCION SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO

Cuando en un suelo la diversidad de cultivos que se suceden es limitada o, más aún, se practica el monocultivo, la extracción de nutrientes por parte del producto agrícola y las pérdidas asociadas obedecen siempre a un mismo patrón, lo que en pocos años provocará déficit o desbalances de nutrientes y otros fenómenos edafológicos.

La aplicación de fertilizantes sintéticos ciertamente contrarresta esta situación, pero con costos cada vez más elevados. Una adecuada rotación de cultivos puede atenuar estos efectos; algunos aspectos que contribuyen a esto serán explicados resumidamente a continuación.

Requerimiento nutricional de cultivos

Para un mismo nutriente los distintos cultivos tienen diferente requerimiento, por tanto la extracción será distinta. A modo de ejemplo, en el cuadro 1 se observan las diferencias en la extracción de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) por cada tonelada de producto comercial producida de algunos cultivos en el valle regado. En el cuadro 2 se presentan los niveles de

extracción total por hectárea de éstos nutrientes según los rendimientos señalados.

Crecimiento radicular

El hábito de crecimiento radicular difiere entre cultivos, por lo que la rotación permite que no se explore siempre el mismo volumen de suelo en búsqueda de agua y nutrientes. Por otra parte, la inclusión de cultivos de raíz profundizadora permite reciclar nutrientes desde capas profundas del suelo a las superficiales, reduciendo así el riesgo de pérdidas de nutrientes por movimientos del agua de lluvia o riego.

Incorporación de nutrientes al suelo

Es fundamental que el agricultor considere en sus rotaciones la inclusión de cultivos que incorporen nutrientes en forma directa al suelo, como por ejemplo las leguminosas forrajeras, que pueden incorporar importantes cantidades de nitrógeno proveniente de la atmósfera, constituyendo esto una forma natural de restitución de la fertilidad del suelo y un ahorro económico para el agricultor.

CUADRO 1.- Extracción promedio de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) por cada tonelada de producto comercial, determinada en algunos cultivos en el valle regado de Ñuble.

Cultivo	Extracción de nutrientes		
	N	P_2O_5	K_2O
Remolacha (kg/ton raíz)	2.37	0.79	1.65
Maíz ensilaje (kg/ton m.seca)	9.28	3.80	9.12
Trigo (kg/ton grano)	24.60	8.80	16.80

Cuadro 2.- Extracción total de nutrientes por hectárea (Kg/ha) determinados en algunos cultivos establecidos en valle regado, con diferentes niveles de rendimiento y biomasa.

Cultivo	Rendimiento	Biomasa Tons. m. seca	Extracción total de nutrientes		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Remolacha (ton.raíz limpia)	95	24.74	226.0	73.6	152.6
	80	21.10	187.2	64.6	133.9
	60	16.40	143.3	48.8	101.2
Maíz ensilaje* (ton. m.seca)	23	23.00	219.3	89.5	209.8
	20	20.00	182.1	72.8	182.5
	17	17.00	156.4	66.2	155.1
Trigo * (Ton. grano)	8.0	17.41	176.5	59.8	121.8
	7.0	16.90	171.2	58.9	118.3
	5.5	15.07	150.0	51.7	105.5

* No considera los nutrientes contenidos en las raíces.

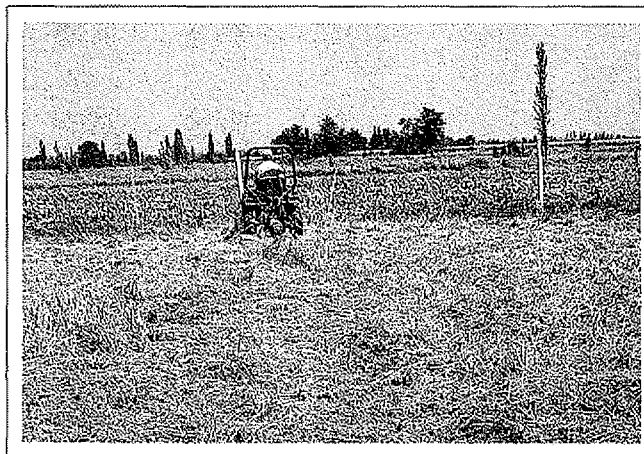
Incorporación de residuos

Los residuos de cosecha contienen niveles de nutrientes que no deben despreciarse, y por tanto su incorporación al suelo debiera ser una práctica de mayor frecuencia en nuestra agricultura (Foto 2).

Su incorporación contribuye a elevar el contenido de materia orgánica del suelo, conservando o

recuperando sus características físicas y químicas; además, la materia orgánica es importante ya que es el complejo biológico donde ocurren en gran medida las transformaciones físico-químicas y bioquímicas que, en último término, dejan los nutrientes disponibles para los cultivos.

B.- ACCION SOBRE LAS MALEZAS



Labor de picado de rastrojo de trigo con segadora rotativa o "rana" que facilita su posterior incorporación. (Foto J. González).

Los vegetales conviven naturalmente en equilibrio, debido en gran medida a la propia diversidad en que se encuentran y a las interrelaciones que establecen.

Cuando se interviene el suelo haciendo agricultura se altera esta armonía, y se favorece el incremento poblacional de algunos vegetales en detrimento de otros. Los vegetales "favorecidos" pueden, eventualmente, convertirse en "malezas", a tal punto que con la aplicación de agroquímicos sólo es posible controlar su daño económico durante el desarrollo del cultivo, pero no erradicarlas o disminuir su población a los niveles iniciales.

Con la rotación de cultivos es posible reducir el

problema en forma más integral, combinando racionalmente aspectos de manejo del suelo, secuencias y/o asociación de cultivos y aplicación de herbicidas.

El agricultor puede disminuir el daño causado por las malezas aprovechando las múltiples labranzas y labores que la alternancia de cultivos implica, permitiendo competir con las malezas en diferentes frentes, evitando o disminuyendo la posibilidad de perpetuarse en el mismo suelo. Estos efectos se potencian mientras más "alejados" botánica y agrónomicamente se encuentren los cultivos integrantes de una rotación.

Otro aspecto interesante dice relación con el uso de coberturas vegetales, que contribuyen a reducir el daño de las malezas incluídas en una rotación, como tales o adicionalmente como abonos verdes. Estas deben tener un ciclo fenológico de corta duración, de tal forma que "caizen" en la estructura de la rotación; además deben tener crecimiento vigoroso en un corto período de tiempo, ser fáciles de cultivar y no ser portadoras de plagas y/o enfermedades. Su acción contra las malezas es mediante competencia por espacio, agua, luz, y nutrientes, y en algunos casos también por efectos alelopáticos.

Algunas especies que podrían usarse con éste fin son trébol alejandrino, ballicas anuales, vicia, sorgo y avena, dependiendo de las condiciones de cada predio.

Por otra parte, las coberturas vegetales en los meses lluviosos evitan la erosión y reducen las pérdidas de nutrientes por lixiviación al quedar inmovilizados en los tejidos vegetales. En este sentido las coberturas vegetales constituídas por rastrojos y pajas en sectores de secano juegan un rol clave en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

Como se indicó anteriormente, los efectos alelopáticos pueden tener un rol de importancia en el control de malezas; sin embargo, existen pocos antecedentes nacionales que indiquen una acción alelopática sobre las malezas por parte de cultivos o vegetales que estén asociados o formen parte de una rotación. En la literatura extranjera se indican algunas experiencias

que dicen relación con **Chenopodium album** o quingüilla, afectada por avena y lupino, y **Amaranthus sp.** o bledo también afectado por lupino. Otros antecedentes indican que centeno, lupino y cebada actuarían contra algunas malezas gramíneas; ésta es un área que podría presentar un amplio campo de estudios en el país.

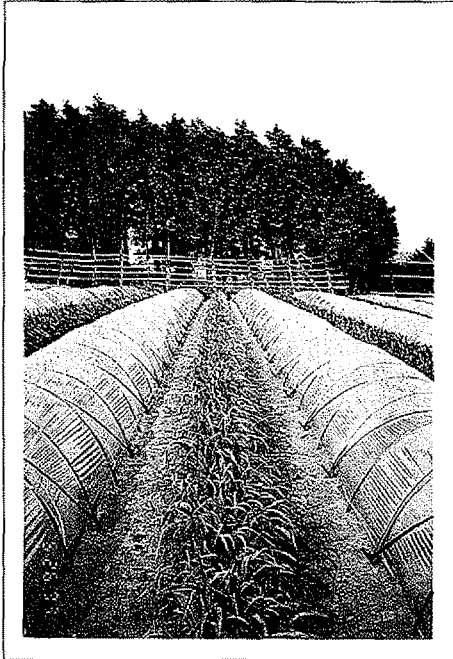
C.- ACCION SOBRE PLAGAS DE INSECTOS Y ENFERMEDADES

Referencias extranjeras señalan que aproximadamente un 70% de las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos están relacionados directa o indirectamente con el suelo. Esto tendería a incrementarse en suelos contaminados y degradados física y nutricionalmente. Por lo tanto, es perfectamente posible pensar en reducir el daño económico de muchas enfermedades al restituir gradualmente las características físicas, químicas y nutricionales del suelo con la adopción de rotaciones adecuadas.

No obstante lo anterior, los esfuerzos mundiales tendientes a controlar ecológicamente plagas y enfermedades han sido en gran medida orientados bajo la concepción del control biológico de tipo "clásico" (IPA Quilamapu N°58) y en menor medida en lo que se conoce como Manejo Integrado de Plagas (MIP) donde se considera en forma especial la rotación de cultivos.

La rotación disminuye el efecto de las enfermedades por la acción de las múltiples labranzas y labores que supone la diversificación de cultivos; estas actúan sobre las enfermedades de variada forma, siendo el objetivo primordial interrumpir el ciclo vital de éstas.

Tal como se indicó en el caso de las malezas, es posible también atenuar el daño de plagas y enfermedades potenciando efectos repelentes y alelopáticos de algunos cultivos. La literatura informa del uso, en forma asociada o como parte de la estructura de una rotación, de cultivos que tienen estas características. A modo de ejemplo, la avena tendría un efecto depresor en la población de nemátodos del suelo (Foto 3); especies hortícolas como menta, orégano, cebollín, lavanda y albahaca tienen presumiblemente acción repelente sobre determinados insectos, entre los



Ejemplo de rotación avena-cucurbitáceas, en que la avena contribuye a mejorar la sanidad del suelo y la fertilidad mediante su corte e incorporación final. (Foto J. González)

cuáles hay algunas especies de "polillas blancas", pulgones, coccinélidos, escarabajos. Algunas especies de Liliáceas como el "ajo chino" (*Allium tuberosum*) reducirían los ataques de fusariosis.

La profundización de estudios relacionados con estos efectos en el país, puede ser interesante para avanzar en el manejo integrado de plagas y enfermedades.

COMENTARIO FINAL

La realidad agropecuaria se ha caracterizado en las últimas décadas por niveles crecientes de explotación del suelo y costos de producción, y menor rentabilidad del negocio agrícola.

La necesidad de lograr sistemas agrícolas más equilibrados encuentra en el uso de rotaciones adecuadas, que potencien los recursos naturales, una alternativa interesante para mejorar aspectos nutricionales y de sanidad. Sin embargo su estudio, diseño y adopción es complejo, por tanto, si queremos que éstas constituyan una herramienta que contribuya efectivamente a tener una agricultura viable económica y ecológicamente, los esfuerzos en este sentido de todos los agentes involucrados en el proceso productivo no deben decaer, sino ser incrementados. En caso contrario el país y las futuras generaciones nos lo demandarán.