

Una publicación de INIA Quilamapu con aporte del proyecto DESIRE (financiado por el 6º Programa Marco "Cambio planetario y ecosistemas de la Unión Europea" y el Servicio Agrícola y Ganadero, SAG).

## Importante aporte de las leguminosas a la fertilidad nitrogenada de los suelos ROTACIONES DE CULTIVOS EN ÁREAS DE SECANO EN LA ZONA CENTRO SUR



Foto 1. Las leguminosas hacen un importante ahorro en fertilizantes nitrogenados para el cultivo del trigo cuando éste se siembra en el secano interior después de arveja (*P. sativum*) y cuando se siembra después de avena (*A. sativa*)+ vicia (*V. atropurpurea*) y/o arveja (*P. sativum*) en la precordillera andina

Los cultivos anuales de secano más importantes en la zona centro sur de Chile son el trigo y la avena, que generalmente se rotan entre ellos y en muchas oportunidades el trigo se rota con pradera natural por 2 o 3 años. El resultado económico de estos cultivos es estrecho principalmente porque son altamente dependientes del costo de los insumos, de los rendimientos y del precio de venta de la producción. Una forma de disminuir los costos de producción es incorporar en la rotación leguminosas de grano y/o forrajeras, las que aportan en algunos casos la totalidad o casi la totalidad del nitrógeno requerido por el trigo para alcanzar rendimientos altos.

Rotación cultivos se refiere a la secuencia de cultivos que ocupan el mismo suelo año tras año y que es necesaria para evitar la proliferación de microorganismos patógenos, los cuales como regla general, son específicos para cada cultivo. Existen antecedentes a nivel de investigaciones como de productores que es posible sembrar un cultivo de una familia diferente a la del trigo al año siguiente incorporando los rastrojos y la paja producida por éste.

Trabajos realizadas por INIA desde el año 2008 han demostrado que incorporando leguminosas de grano y/o leguminosas forrajeras en la rotación e incorporando los rastrojos se disminuyen las pérdidas de suelo por erosión, el uso de fertilizantes nitrogenados y a la vez se mejoran las características biológicas y físico-químicas de los suelos. Con ello se contribuye al desarrollo de sistemas de agricultura sostenible. Un equipo de investigadores de INIA, con el apoyo del proyecto DESIRE y el Fondecyt ha estudiado diferentes rotaciones de cereales con leguminosas forrajeras anuales y cereales con leguminosas de grano tanto en el secano interior en Cauquenes, como en la precordillera andina en Yungay, llegando a la conclusión que las leguminosas hacen un importante ahorro en fertilizantes nitrogenados para el cultivo del trigo cuando éste se siembra en el secano interior después de arveja (*P. sativum*) y cuando se siembra después de avena (*A. sativa*)+ vicia (*V. atropurpurea*) y/o arveja (*P. sativum*) en la precordillera andina



**Ubicación:** Yungay en Región del Bio-Bío. Cauquenes en Región del Maule, Chile.

**Área aplicación Tecnología:** Precordillera y Secano interior mediterráneo de Chile central.

**Medidas de Conservación de suelo y agua:** Rotación de cultivos con incorporación de rastrojos.

**Uso del suelo:** cultivos en suelos con menos de 20% de pendiente y praderas y/o sistemas agroforestales en pendientes superiores.

**Clima:** Subhúmedo.

**Comentario:** Las leguminosas hacen un importante ahorro en fertilizantes nitrogenados para el cultivo del trigo. La producción de éste tampoco se ve afectada cuando se siembra trigo después de una leguminosa de grano y/o forrajera sembrada sobre 2,5 toneladas de paja de trigo. Ambas situaciones, deben ser permanentemente observadas y es necesario que el productor chequee mediante análisis de suelo la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, para asegurarse que en su caso particular ha tomado la decisión correcta.

### Problemas actuales en el uso del suelo

La falta de rotaciones adecuadas impide mejorar la fertilidad, la sanidad y el resultado económico de los cultivos.

Uso suelo	Clima	Degradación			Medidas de conservación de suelo y agua
					
Cultivos anuales: Trigo Lentejas Arvejas Avena	Subhmedo	Erosión hídrica : Pérdida capa arable	Física: Compactación del suelo	Química: Disminución materia orgánica y fertilidad	Agronómicas: Subsolado Cero labranza Manejo rotación cultivos: Cereales- praderas, Cereales – leguminosas.

### Impacto técnico de las rotaciones

Principal	Secundario
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumenta nitrógeno en el suelo</li> <li>- Disminuye costos de producción</li> <li>- Incrementa la materia orgánica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite aumentar la fertilidad del suelo</li> <li>- Mejoramiento de la estructura del suelo</li> </ul>

### Características del seco interior y precordilera andina

Características	Secano Interior	Precordillera
<b>Pluvimería, mm/año</b>		
1500 - 2000		
1000 - 1500		
750 - 1000		
500 - 750		
<b>Altura sobre nivel del mar, m.</b>		
1500 - 2000		
1000 - 1500		
750 - 1000		
500 - 750		
<100		
<b>Pendiente, %</b>		
30 - 60		
16 - 30		
8 - 16		
5 - 8		
<b>Profundidad suelo, cm</b>		
0 - 20		
20 - 50		
50 - 80		
80 - 160		
>160		
<b>Pedios, ha</b>		
< 1		
1 - 2		
2 - 5		
5 - 15		
15 - 50		
50 - 100		
> 100		
<b>agroecologicas</b>		
Periodo de crecimiento	Mayo - octubre	Mayo - Noviembre
Fertilidad del suelo	Baja	Baja
Textura del suelo	Franco arcillo arenosa	Franco
Pedregosidad superficial	Baja	Baja
Materia orgánica capa superficial del suelo	Muy baja	Alta
Drenaje	Bueno	Bueno
Erosionabilidad del suelo	Alta	Media a alta
<b>Propiedad agrícola</b>		
Derechos de uso de la tierra	individuales	individuales
Propiedad de la tierra	Titulos individaules	Titulos individaules
Destino de la producción	Autoconsumo	Autoconsumo - mercado
Nivel de conocimiento técnico requerido	Alto	Alto
Importancia de ingresos no agrícolas	Importante aporte del Estado	Agrícolas y del Estado

## Secano interior

En la rotación trigo- avena, cuando se sembró trigo y se fertilizó con 160 kg/ha de nitrógeno, equivalente a 348 kg/ha de urea, se alcanzó una producción de trigo que varió en los distintos años entre 33 y 27 qq/ha, pero cuando se sembró esta misma rotación, sin aplicación de nitrógeno al trigo, los rendimientos alcanzaron sólo a un 46 y 41% respectivamente del total, es decir sólo alcanzaron un rendimiento de entre 15 y 11 qq/ha de trigo.

En la rotación lupino (*L. angustifolius*), - trigo, donde no se le aplicó nitrógeno al trigo después del lupino, este produjo entre 26 y 30 qq/ha, equivalente al 79 y 110% de la producción de trigo sembrado con fertilizante nitrogenado después de avena. En esta rotación la mayor producción de trigo correspondió a la temporada 2010 y significó que para esta temporada no habría sido necesario aplicarle nitrógeno al trigo, porque éste fue aportado en su totalidad por el fijado por el lupino la temporada anterior. El cultivo del lupino durante la temporada 2009 previo al cultivo del trigo fijó el equivalente a 478 kg/ha de urea por un valor de \$160.608 por hectárea.

En la rotación arveja (*P. sativum*)- trigo, al trigo no se aplicó fertilizante nitrogenado después de la arveja y permitió obtener una producción de 24 y 29 qq/ha de trigo en los distintos años, equivalente al 72 y 105 % de la producción de trigo con fertilización nitrogenada completa. El cultivo de arveja fijó en un año el equivalente a 283 kg/ha de urea que permitió cubrir las necesidades de fertilizantes nitrogenados del trigo y ahorrar en urea \$95.088 por hectárea.

También se estudió la producción de trigo sembrado después de praderas de leguminosas anuales de secano, en el caso de trigo después de una pradera constituida por trébol subterráneo (*T. subterraneum*) + Hualputra (*Medicago polymorpha*) + trébol balansa (*T. michelianum*) se alcanzó una producción de 22 qq/ha, equivalente al 66% de la producción de trigo sembrado después de avena con fertilización nitrogenada completa. Cuando el trigo se sembró después de una pradera constituida por una mezcla de trébol subterráneo (*T. subterraneum*) + biserrula (*Biserrula pelecinus*) + Serradela amarilla (*Ornithopus compressus*) se alcanzó una producción de trigo de 70 % de la producción cuando se sembró con fertilización nitrogenada completa después de avena.

En conclusión en el secano interior, la secuencia de cultivo y/o rotación más recomendable es sembrar trigo sin fertilización nitrogenada después de arveja (*P. sativum*) y de lupino (*L. angustifolius*), ya que los rendimientos son similares al trigo sembrado después de avena con fertilización nitrogenada, lo que permite al productor ahorrar aproximadamente 348 kg/ha de urea, es decir ahorrar un monto de \$116.928/ha.

## Precordillera Andina

En la rotación trigo –avena en precordillera andina, el cultivo del trigo luego de avena con fertilización completa de acuerdo a análisis de suelo produjo en los distintos años entre 80 y 75 qq/ha. Cuando el trigo se sembró sin fertilización nitrogenada se obtuvo una producción de 48 y 35 qq/ha, es decir un 60 y un 46% de la producción obtenida con fertilización nitrogenada.

En el caso del trigo sembrado después de lupino (*L. angustifolius*) se produjo entre 55 y 54 qq/ha, equivalente al 69 y 73% de la producción del trigo sembrado con fertilización nitrogenada completa después de avena.

La producción de trigo, sin fertilización nitrogenada, después de arveja (*P. sativum*) alcanzó en esta zona en los distintos años entre 64 qq/ha y 62 qq/ha, que correspondió al 81 y 83% de la producción de trigo sembrado con fertilización nitrogenada después de avena.

La producción de trigo en esta zona sin fertilización nitrogenada después de un cultivo de abono verde de avena vicia incorporado al suelo alcanzó rendimientos entre a 81 y 76 qq/ha, que correspondió al 101 y 103% de la producción de trigo sembrado con fertilización nitrogenada después de avena. Esto significa que al trigo sembrado en esta zona después de avena vicia incorporada al suelo no requiere fertilizante nitrogenado, con el consiguiente ahorro de aproximadamente 450 kg/ha de urea por un valor de \$151.200 por hectárea.

En la precordillera andina, en suelos trumaos, la rotación avena (*A. sativa*)+ vicia (*V. atroporpurea*) – trigo y arveja (*P. sativum*) - trigo fueron las que permitieron obtener los más altos rendimientos de trigo en relación al fertilizado con nitrógeno sembrado después de avena.

El trigo sembrado después de la mezcla de leguminosas forrajeras de trébol subterráneo (*T. subterraneum*) + trébol encarnado (*T. incarnatum*) y de la mezcla de trébol subterráneo (*T. subterraneum*) + trébol vesiculoso (*T. vesiculosus*) + Serradela amarilla (*Ornithopus compressus*), permitieron producir aproximadamente el 80% del rendimiento de trigo en relación a cuando este se sembró con fertilización nitrogenada completa después de avena.

En esta zona los resultados indican que no es necesario fertilizar el trigo con nitrógeno cuando este se siembra después de una mezcla de vicia- avena (*V. atroporpurea* + *A. sativa*). También en esta zona el cultivo de arveja (*P. sativum*) hace una muy buena contribución de nitrógeno al trigo.



**Foto 2.** Cultivo de arvejas, Ninhue, Región del Bío-Bío. Foto Carlos Ruiz S.

**Foto 3.** Cultivo avena vicia. Proyecto DESIRE Cauquenes, secano interior mediterráneo de Chile central. Región del Bío Bío. Foto Ingrid Martínez.

**Foto** .Cultivo Trigo después de Avena vicia en precordillera Andina. Región del Bío Bío. Foto Soledad Espinoza.

*La rotación de cultivo de cereales con leguminosas es una práctica altamente recomendada, porque las leguminosas capturan nitrógeno del aire que queda disponible para el cultivo de cereales y con ello se ahorra en fertilizantes nitrogenados. También, las leguminosas al ser una familia de cultivo distinta de los cereales permiten cortar el ciclo de ciertas enfermedades y con ello tener cultivos más sanos.*

**Equipo de trabajo INIA Quilamapu**

**Coordinador General : Carlos Ovalle M.**

**Autores: Carlos Ruiz S.**  
**: Carlos Ovalle M.**  
**: Germán Ruiz C\*.**  
**: Soledad Espinosa**

**\*: SAG.**

