

# Estimación del nitrógeno fijado por una pradera mixta trébol rosado/pasto ovillo en suelos de la serie "Santiago"<sup>1</sup>

Elías Letelier A.<sup>2</sup> y Maximiliano Martínez V.<sup>2</sup>

## INTRODUCCION

El trébol rosado (*Trifolium pratense*) es, junto con la alfalfa, la principal leguminosa forrajera utilizada en rotación en los climas de zona templada. La fijación de nitrógeno producida por la asociación trébol/rhizobium, puede llegar hasta 350 Kg/ha/año (Russell, 1950; Mulder, 1969). Sin embargo, los valores promedio estimados a niveles regionales fluctúan entre 100 y 200 Kg/ha/año (Russell, 1950; Pochon y de Barjac, 1958; Alexander, 1961).

Se ha estimado de interés tener alguna estimación de la fijación de N efectuada por esta importante forrajera en las condiciones de la zona central de Chile.

## MATERIALES Y METODOS

Las bases para esta estimación se encuentran en un experimento de larga duración efectuado en la Estación Experimental La

Platina (Martínez y Letelier, 1978). Los datos que se analizan son promedios de rendimientos de 7 temporadas experimentales. El experimento consiste en la comparación de dos rotaciones o sistemas culturales:

- a) Uso continuo del suelo con 2 cultivos en el año; nabo (*Brassica napus*) en invierno y maíz (*Zea mays*) en verano, y
- b) Sistema rotacional de 5 años a base de pradera mixta de trébol rosado/pasto ovillo (*Trifolium pratense/Dactylis glomerata*) que dura 3 años, seguida por 2 años de cultivo continuo nabo-maíz<sup>3</sup>.

Ambos sistemas tienen 2 subtratamientos de fertilización nitrogenada:

- 1) Sin nitrógeno.
- 2) Con 300 Kg de N/ha a cada cultivo (nabo y maíz). Esto significa, en total, 600 Kg/ha al año. En el total de 5 años, el sistema continuo recibe 3.000 Kg de N/ha y el sistema rotacional 1.200 Kg de N/ha.

El nitrógeno se aplica en forma de nitrato de sodio de Chile (16% de N).

Toda la superficie del ensayo (praderas y cultivos) recibe anualmente una fertilización uniforme de 100 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 50 Kg de K<sub>2</sub>O

<sup>1</sup>Recepción originales: 28 de febrero de 1980.

Trabajo presentado a las xxxi Jornadas Agronómicas 1980.

<sup>2</sup>Ings. Agrs., Programa Ecología y Manejo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

<sup>3</sup>Las variedades utilizadas fueron: trébol rosado Quiñequel, pasto ovillo Centrifon, nabo "chato redondo". En maíces se utilizaron diversos híbridos.

en forma de superfosfato triple y sulfato de potasio, respectivamente.

En la mitad de la superficie de la pradera, los cortes de pasto se eliminan del ensayo. En la otra mitad, dichos cortes se compostan y se devuelven como compost a los cultivos (nabo y maíz) correspondientes a los tratamientos respectivos (N<sub>0</sub> y N<sub>300</sub>) del sistema rotacional. El objetivo de la compostación y su posterior devolución, es simular a la devolución de elementos nutritivos que hace el ganado a través de sus deyecciones.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

Se presentan estimaciones basadas en dos tipos de datos: a) rendimiento de los cultivos; b) balance de nitrógeno.

*Estimaciones basadas en el rendimiento de los cultivos.*

En las Figuras 1 y 2, se presentan los rendimientos promedios anuales de los cultivos de

maíz y nabo en las 3 condiciones del experimento, o sea: monocultivo y en rotación con y sin devolución de los cortes de pasto. El hecho de alternar los cultivos con una pradera produce un efecto beneficioso sobre el rendimiento de ellos. Como en gran parte dicho efecto se supone relacionado con el N fijado se infiere que este efecto debe ser mayor cuando no se aplica fertilizante nitrogenado. Cuando se aplica, como sucede en este experimento una dosis presumiblemente óptima de N, el efecto de la pradera —en estas condiciones de alta fertilización— deberá atribuirse a factores no relacionados con la fijación de nitrógeno. La diferencia entre el efecto total de la pradera (en ausencia de fertilizantes nitrogenados) y el efecto parcial (en condiciones de fertilización óptima) podrá atribuirse al nitrógeno fijado.

Concretando en cifras los datos de este experimento, se tiene:

	Maíz, Kg/ha		Nabos, Kg/ha	
Efecto total de la pradera	5.608	— 2.704 = 2.904	1.425	— 656 = 769
Efecto parcial de la pradera	10.963	— 8.658 = 2.305	4.526	— 4.145 = 381
Efecto atribuible al N fijado	2.904	— 2.305 = 599	769	— 387 = 382

Como el mismo efecto se repitió durante los 2 años de cultivo que comprende la rotación, es necesario multiplicar estas cifras por 2 y queda:

Efecto atribuible a la fijación simbiótica de N:

En el maíz : 1.198 Kg de grano  
 En nabos : 776 Kg de Mat. seca.

Para estimar a cuanto nitrógeno corresponden dichos efectos, hay que dividir por la

eficiencia media del nitrógeno encontrada en el experimento, la que es de 20 para el maíz y de 10 para los nabos:

$$1.198:20 = 59,9$$

$$776:10 = 77,6$$

Total de N fijado en la rotación = 59,9 + 77,6 = 137,5 Kg/ha.

Esta fijación corresponde a un período de 3 años de pradera (con devolución del pasto cortado en forma de compost). A cada año

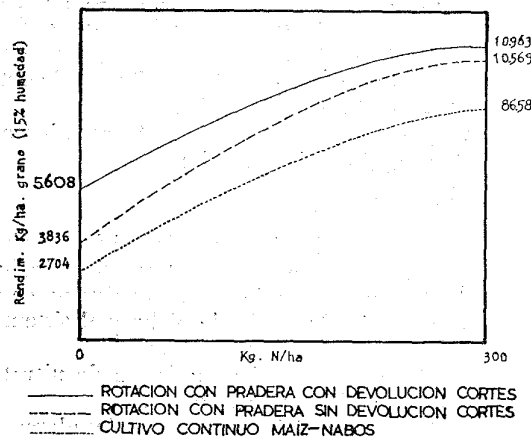


Figura 1 — Rendimientos promedios del maíz bajo tres sistemas de uso del suelo y dos niveles de fertilización nitrogenada.

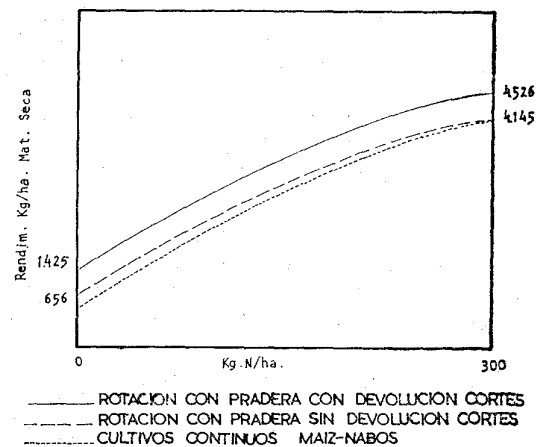


Figura 2 — Rendimientos promedios del nabo bajo tres sistemas de uso del suelo y dos niveles de fertilización nitrogenada.

de pradera correspondería una fijación de  $137,5:3 = 45,7$  Kg de N/ha/año.

Si se toma en cuenta que en el tercer año de pradera, prácticamente no queda trébol, puede atribuirse toda la fijación a los 2 primeros años; de acuerdo con esto la fijación anual de N habría sido  $137:2 = 68,5$  Kg/ha.

En la Figura 1 puede apreciarse que, en el maíz, la pradera sin devolución de compost ha tenido un efecto mayor en presencia de fertilización nitrogenada que en ausencia de ella, es decir, ha habido una interacción positiva nitrógeno x pradera<sup>1</sup>. Esto significa que

<sup>1</sup>De los 7 años considerados, esta interacción fue significativa para P. 0,05 en 2 años y en otros 2 para P. 0,10 (Martínez y Letelier, 1979).

el efecto positivo de la pradera ha sido en gran parte independiente del nitrógeno fijado simbióticamente. Esta interacción positiva enmascara a la interacción negativa entre ambos factores, interacción negativa que es, precisamente, la expresión del efecto del nitrógeno fijado. Se puede aceptar que dicha interacción positiva existe también en el caso de la pradera con devolución de compost, pero no se manifiesta debido al mayor peso que en este caso tiene la fijación simbiótica. Si ello es así, sería legítimo descontar el valor de la interacción positiva del efecto de la pradera en presencia de fertilización nitrogenada; el efecto sobrante sería el de la pradera propiamente dicha.

En cifras (Kg/ha):

Efecto total de la pradera : 2.904

Efecto parcial de la pradera (sin descontar: 2.305  
interacción positiva N x pradera)

Interacción positiva N x pradera sin devolución de cortes:  $(10.569-8.658) - (3.836-2.704) = 779$ .

Efecto parcial de la pradera (descontando:  $2.305-779 = 1.526$ .  
interacción positiva N x pradera).

Efecto (corregido) debido al N fijado. :  $2.904-1.526 = 1.378$ .

Nitrógeno fijado utilizado por el maíz. :  $1.378 \times 2$  (años de cultivo):20 (eficiencia del N) = 137,8 Kg.

En el nabo (Figura 2) no se manifiesta interacción positiva N x pradera, de modo que

el total fijado sería:

$137,8$  (maíz) +  $77,2$  (nabo) = 215 Kg  
y la fijación anual de la pradera:

Considerando 3 años de pradera :  $215:3 = 71,6$  Kg de N.

Considerando 2 años de pradera :  $215:2 = 107,5$  Kg de N.

Las estimaciones anteriores se refieren a aquella parte del N fijado que es mineralizado y que manifiesta un efecto a través del rendimiento de los cultivos que siguen a la pradera. Sin embargo, parte del N fijado es incorporado a la pradera misma y no es reciclado a los cultivos siguientes.

*Estimación del nitrógeno fijado mediante un balance del nitrógeno.*

El cálculo se basa en los datos indicados en los Cuadros 1 y 2. Del Cuadro 2 se deduce que

**Cuadro 1 — Estimación de la materia seca producida en los 5 años de rotación, Kg<sup>1</sup>.**

	Maíz	Nabo	Pradera	Total
Rotación con pradera y devolución de cortes, sin N	23.832	2.850	38.422	65.104
Cultivo continuo maíz-nabo sin N	28.725	3.280	—	32.005

<sup>1</sup>Esta estimación se basa en los rendimientos efectivos de grano de maíz con 15% de humedad; de nabos como raíces en estado natural, y de pasto como materia verde, en los siguientes porcentajes estimados de materia seca: nabos, 8%; pasto 18%, y en una relación estimada grano/paja de 4-6 para el maíz.

la fijación total de nitrógeno en los 5 años del ciclo rotacional puede estimarse en  $1.173 - 529 = 644$  Kg.

Cada año de pradera habría aportado  $644:3 = 215$  Kg de nitrógeno. Considerando que los años realmente útiles de la pradera Trébol/*Dactylis* en lo que se refiere a fijación son solamente dos, la fijación anual sería  $644:2 = 322$  Kg. de nitrógeno.

Para apreciar cuánto de este nitrógeno fijado es aprovechado por los cultivos y cuánto por la pradera, se ha hecho un razonamiento similar al indicado en los párrafos anteriores, pero refiriéndolo a cada uno de los años de la rotación (Cuadro 3).

Cuadro 2 — Estimación del nitrógeno cosechado en la rotación de 5 años, Kg<sup>1</sup>.

	Maíz	Nabos	Pradera	Total
Rotación con pradera y devolución de cortes, sin N	357	86	730	1.173
Cultivo continuo maíz-nabo, sin N	431	98	—	529

<sup>1</sup>Esta estimación se basa en los siguientes porcentajes estimados de N en la materia seca: maíz (grano-paja) 1,5%; pasto 1,9%; nabos, 3%.

Cuadro 3 — Nitrógeno cosechado en cada uno de los años del ciclo rotacional, Kg.

a) Rotación con pradera y devolución de cortes					
Año Nº	1	2	3	4	5
Cultivo	Pradera	Pradera	Pradera	Maíz-Nabo	Maíz-Nabo
Nitrógeno Cosechado	324	250	155	$179 + 43 = 222$	$179 + 43 = 222$
b) Cultivo continuo Maíz-Nabo					
Promedios anuales:				Maíz	86,2
				Nabos	19,6
				Total anual	105,8

Las cantidades del N fijado que ha sido utilizado por la pradera y que ha sido transferido a los cultivos, puede estimarse en:

1<sup>o</sup> año — pradera —  $324 - 106 = 218$  Kg.

2<sup>o</sup> año — pradera —  $250 - 106 = 144$  Kg.

3<sup>o</sup> año — pradera —  $155 - 106 = 49$  Kg.

4<sup>o</sup> año — maíz-nabos —  $222 - 106 = 116$  Kg.

5<sup>o</sup> año — maíz-nabos —  $222 - 106 = 116$  Kg.

El total transferido a los cultivos sería:  $116 + 116 = 232$  Kg. Cada año de pradera habría transferido a los cultivos  $232:3$  del N fijado = 77 Kg. Si se considera que sólo 2 años de praderas han sido efectivos, esta cifra se eleva a  $232:2 = 116$  Kg. Ambas cifras son muy semejantes a las obtenidas por el método de cálculo basado en los rendimientos de los cultivos.

El balance del nitrógeno en los 5 años del ciclo rotacional con pradera y devolución de cortes puede resumirse así (Kg):

Mineralizado por el suelo	:	529	}	Aprovechado por la pradera	:	411
Fijado simbióticamente	:	644		Transferido a los cultivos	:	233
Total utilizado por los cultivos		<u>1.173</u>				

## R E S U M E N

Utilizando datos de un ensayo de rotación por fertilización, de larga duración, que se desarrolla en la Estación Experimental La Platina, se ha calculado la fijación simbiótica de nitrógeno por una pradera *Trifolium pratense-Dactylis glomerata*, por medio de una estimación del nitrógeno extraído por la pradera y por los cultivos.

Considerando que de los tres años de duración de la pradera, sólo en los 2 primeros hay trébol en cantidad significativa, el balance indica una fijación de 322 Kg. en cada uno de estos dos primeros años de pradera. De los 644 Kg. fijados por los 2 años de pradera, 233 son transferidos a los cultivos que la siguen. Una cifra muy similar de transferencia a los cultivos fue obtenida por un cálculo en el rendimiento de los cultivos con y sin aplicación de nitrógeno.

## S U M M A R Y

EVALUATION OF NITROGEN FIXATION BY A MIXED RED  
CLOVER-ORCHARD GRASS PASTURE IN THE SOIL  
SERIES "SANTIAGO"

By using data from a long term rotations x fertilization experiment carried out at La Platina Experimental Station, the symbiotic fixation of nitrogen made by a *Trifolium pratense-Dactylis glomerata* pasture has been calculated; this has been accomplished by estimating the nitrogen extracted from the soil by the pasture and by the crops.

Considering that only in the two first years of the sward there was clover in significant amounts, the balance indicates a fixation of 322 Kg of N in each of this two first years. From the 644 Kg fixed in these two years, 233 are transferred to the following crops. A very similar figure of transference of N to crops was obtained by an estimation based in the yields of the crops with and without added nitrogen.

## L I T E R A T U R A C I T A D A

- MARTÍNEZ, M. y LETELIER, E. 1978. Comparación entre una rotación intensiva de cultivos y una rotación de cultivos con praderas. *Agríc. Téc. (Chile)*. 38: 129-143.
- MULDER, LOE. WOLDENDORF. 1969. en UNESCO. *Recherches sur les ressources naturelles, biologie des sols*. p. 181.
- ALEXANDER, MARTÍN. 1961. Introduction to soil microbiology, pp. 335-336.
- POCHON et DE BARJAC. 1958. *Traité de microbiologie des sols*, p. 484.
- RUSSELL, E. J. 1950. Soil conditions and plant growth. pp. 323-324.