

# DOSIS Y EPOCAS DE APLICACION DE NITROGENO EN LA MEZCLA DE TREBOL BLANCO/BALLICA INGLESA<sup>1</sup>

## Levels and time of nitrogen application on a white clover/perennial ryegrass sward

Hernán Acuña P.<sup>2</sup> y Patricio Soto O.<sup>2</sup>

### SUMMARY

Four rates of N (0, 32, 48, 64 kg/ha) were applied once a year, in March, August or November, during two growing seasons (1984–1986), on a irrigated white clover/perennial ryegrass sward, grown on a volcanic soil of the Quilamapu Experiment Station (INIA–Chillán, Chile). A randomized–block design, with four replications, and 2 x 6 m plots was used.

Dry matter (D.M.) yield and botanical composition were measured. The plots were cut 8 times, in each season. Soil N was monitored during the experimental period and soil available P and K were determined at the end of the experiment.

There were no effects of the N rates or times of application on the annual total D.M. yield. Clover percentages, of the annual total D.M. yield, decreased significantly, when N was applied and were higher with the November applications than with the March or August applications. With 32, 48, and 64 kg of N/ha, the seasonal responses (6 weeks after) for the August applications were: 26, 29, and 29 kg, in the first season, and 17, 20, and 20 kg of D.M. per kg of N applied, in the second season.

The available P in the 20–50 cm soil depth, measured at the end of the experimental period, increased significantly when the N rate was increased, and the available K was significantly higher, where no N was applied. The soil N was not affected by the treatments.

### INTRODUCCION

En un experimento anterior (Acuña y Martínez, 1983), la fertilización nitrogenada (una aplicación de 64 kg/ha de N al año) de la mezcla de trébol blanco con ballica inglesa no incrementó la producción total anual de m.s., pero se observó un aumento estacional, cuando la aplicación se hizo en marzo, agosto o noviembre. Este aumento fue de alrededor de 400 a 500 kg/ha de m.s. durante las 6 a 8 semanas después de la aplicación y se debió a un mayor aporte de la gramínea, cuando la aplicación se hizo en marzo y agosto, y de ambas especies, cuando el N se aplicó en noviembre. Este tipo de respuesta también había sido encontrado en la zona centro–norte del país (Chile, INIA, 1967 y 1968).

En el Reino Unido, Frame y Newbould (1984) informan que, en diversos experimentos con aplicaciones de N en primavera, la respuesta anual varió entre 3 y 29 kg de m.s. por kg de N. Morrison, Denehy y Chapman (1983) también destacan que la respuesta varía en un amplio rango (6–35 kg de m.s. por kg de N; media 17), en cortes realizados en mayo (primavera). Laidlaw (1980) afirma que 60 kg/ha de N en primavera, pueden aumentar la producción de m.s. en 1 ton/ha.

Ball (1978), en Nueva Zelandia, encontró que la eficiencia en la respuesta fue de 12 y 6 kg de m.s. por kg de N, cuando se aplicó 45 y 179 kg/ha de N, respectivamente en primavera, y de 8 y 5 kg de m.s. por kg de N, con aplicaciones de 34 y 135 kg/ha de N, respectivamente en otoño. Savage (1978) recomienda dosis entre 25 y 50 kg/ha de N, debido a que la respuesta empezaría a decrecer sobre 60 kg/ha. El mismo autor señala que 10 kg de m.s. por kg de N, es una buena respuesta.

<sup>1</sup> Recepción de originales: 30 de marzo de 1988.

<sup>2</sup> Estación Experimental Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

La posibilidad de disminuir el costo de la materia seca adicional obtenida por la aplicación de N y de minimizar el efecto adverso del N sobre el trébol blanco (Wilman and Asiegbu, 1982a y b) utilizando dosis bajas de N, condujo a estudiar en el presente experimento la respuesta a este elemento en el rango de 0 a 64 kg/ha, aplicado a comienzos y fines de la primavera y en otoño.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Qui-lamapu (lat. 36° 32' S; long. 71° 55' W; 217 m.s.n.m.), desde marzo de 1984 a mayo de 1986. La pradera utilizada fue sembrada en el otoño de 1983, con 3 kg/ha de trébol blanco Ladino (*Trifolium repens*) Regal y 18 kg/ha de ballica inglesa (*Lolium perenne*) Nui y una fertilización de 52 kg/ha de P (superfosfato triple), 42 kg/ha de K (sulfato de potasio) y 32 kg/ha de N (salitre sódico). El suelo es un trumao de la serie Mañil (Typic Distrandept), cuyas características químicas se presentan en el Cuadro 1. Durante el primer año, la pradera fue pastoreada por bovinos, en un sistema rotativo.

El N fue aplicado una vez al año, en dosis de 32, 48 y 64 kg/ha, a la forma de salitre sódico, y las fechas de aplicación fueron: 15 de marzo, 15 de agosto y 15 de noviembre (9 tratamientos). Se incluyó además un tratamiento sin N y otro con 64 kg/ha aplicados en partes iguales el 15 de marzo y 15 de noviembre. Se usó una fertilización básica anual de 87 kg/ha de P (otoño) y 83 kg/ha de K (primavera), como superfosfato triple y sulfato de K, respectivamente.

Las parcelas fueron de 4 x 6 m y el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones.

La evaluación de la producción de forraje se realizó por cortes con barra segadora a 3–4 cm de altura, de una franja de 1 x 6 m por parcela, con una frecuencia

aproximada de 21, 27, 33 y 45 días, en primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente, totalizando ocho cortes por temporada. Una muestra por parcela, representativa del total del forraje cosechado, fue secada en horno de ventilación forzada a 70° C por 48 hr, para determinar el rendimiento de m.s. total, por corte y por temporada. La composición botánica se obtuvo por separación manual de una muestra por tratamiento, lo cual permitió calcular los rendimientos por especie.

Se estimó el porcentaje de proteína cruda del forraje cosechado en octubre de 1984 y enero y abril de 1985, mediante análisis de N (Macro-Kjeldahl; AOAC, 1970).

Se determinó el contenido de N del suelo (0–10 cm), en tres fechas posteriores a la aplicación de N de marzo de 1984 y en dos oportunidades después de las aplicaciones de agosto y noviembre de 1984; al término del período experimental se midió el N del suelo, en una muestra compuesta por tratamiento. El contenido de P y K disponibles del suelo fue determinado al término del período experimental, a las profundidades de 0–10, 0–20 y 20–50 cm, considerando solamente las dosis de N y 3 repeticiones.

Las parcelas fueron regadas por inundación entre octubre y marzo, con una frecuencia aproximada de 15 días.

Los análisis de variancia de la producción de m.s. total y por especie para cortes y temporadas y de los porcentajes de trébol y ballica de cada temporada, se realizaron considerando los 11 tratamientos. Los contenidos de N en el suelo a los diferentes niveles de aplicación de este elemento, fueron analizados para cada época de aplicación, separadamente.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los rendimientos totales de m.s. en la primera y la segunda temporada (cuadros 2 y 3), no fueron afectados significativamente por las dosis ni las épocas de aplicación de N, confirmando los resultados obtenidos anteriormente por Acuña y Martínez (1983). Los valores alcanzados en m.s. total, pueden considerarse altos para el tipo de suelo en que se realizó el estudio, lo cual indica que no habrían sido afectados por fuertes limitaciones de fertilidad y/o humedad del suelo, o por otros factores de manejo.

El porcentaje de trébol en la producción total de m.s. disminuyó significativamente en ambas temporadas, al aplicar N, especialmente con las dosis de 48 y 64 kg/ha. Ello sería consecuencia del efecto adverso del

**CUADRO 1. Características químicas del suelo, al comienzo del experimento (marzo, 1984)**

TABLE 1. Soil chemical characteristics, at the beginning of the experiment (March, 1984)

| Profundidad (cm) | pH  | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100 g) | M.O. (%) |
|------------------|-----|---------|---------|---------------|----------|
| 0–5              | 5,9 | 20,0    | 8,3     | 0,53          | 8,4      |
| 0–10             | 5,7 | 14,9    | 7,9     | 0,48          | 8,2      |
| 0–15             | 5,8 | 15,2    | 7,9     | 0,43          | 7,9      |
| 0–20             | 5,8 | 12,0    | 6,6     | 0,50          | 7,7      |
| 20–50            | 5,8 | 6,6     | 6,3     | 0,32          | 6,1      |

**CUADRO 2. Rendimiento de m.s. total (ton/ha) y porcentajes de trébol blanco y ballica inglesa, según dosis y épocas de aplicación de N, en la primera temporada (15.03.84 - 03.04.85)**

**TABLE 2. Total dry matter yield (ton/ha) and percentages of white clover and perennial ryegrass, according to levels and times of N application, in the first growing season (15.03.84 - 03.04.85)**

| Dosis de N                           | Épocas de Aplicación |         |         |                      |         |
|--------------------------------------|----------------------|---------|---------|----------------------|---------|
|                                      | 15 Mar.              | 15 Ago. | 15 Nov. | 15 Mar. y<br>15 Nov. | Media   |
| Materia seca total (ton/ha)          |                      |         |         |                      |         |
| 0                                    | —                    | —       | —       | —                    | (13,83) |
| 32                                   | 13,76                | 14,12   | 13,44   | —                    | 13,77   |
| 48                                   | 12,38                | 13,80   | 13,28   | —                    | 13,15   |
| 64                                   | 12,70                | 13,88   | 13,60   | (12,24)              | 13,39   |
| Media                                | 12,95                | 13,93   | 13,44   | —                    | 13,44   |
| E.E. a) ±0,447; b) ±0,611; c) ±0,774 |                      |         |         |                      |         |
| Trébol blanco (‰)                    |                      |         |         |                      |         |
| 0                                    | —                    | —       | —       | —                    | (70,06) |
| 32                                   | 65,35                | 56,67   | 67,15   | —                    | 63,06   |
| 48                                   | 57,13                | 55,15   | 62,41   | —                    | 58,23   |
| 64                                   | 53,42                | 55,33   | 59,93   | (51,50)              | 55,56   |
| Media                                | 58,63                | 55,05   | 63,16   | —                    | 58,95   |
| E.E. a) ±1,072; b) ±1,464; c) ±1,857 |                      |         |         |                      |         |
| Ballica inglesa (‰)                  |                      |         |         |                      |         |
| 0                                    | —                    | —       | —       | —                    | (25,08) |
| 32                                   | 29,72                | 37,62   | 24,35   | —                    | 30,56   |
| 48                                   | 33,74                | 38,08   | 30,77   | —                    | 34,20   |
| 64                                   | 39,45                | 39,14   | 31,45   | (36,51)              | 36,68   |
| Media                                | 34,30                | 38,28   | 28,86   | —                    | 33,81   |
| E.E. a) ±0,955; b) ±1,304; c) ±1,654 |                      |         |         |                      |         |

E.E. a) para comparar medias de N (32, 48, 64) y para comparar medias de épocas de aplicación de N (marzo, agosto y noviembre).

E.E. b) para comparar medias de N cero con N 32, N 48 o N 64 y para comparar media de aplicación de N en marzo y noviembre con medias de marzo, agosto o noviembre.

E.E. c) para comparar medias de dosis de N x épocas de aplicación y para comparar media de N cero con media de aplicación de N en marzo y noviembre.

N sobre el trébol (Wilman y Asiegbu, 1982a y b), debido a un desarrollo más agresivo de la ballica cuando se fertilizó con dicho elemento. De este modo, el porcentaje de ballica en la m.s. total cosechada siguió la tendencia opuesta al del trébol, puesto que el porcentaje de otras especies mostró sólo una leve tendencia a subir, cuando se aplicó N (5‰ para el testigo vs. 8‰ para 48 y 64 kg/ha de N).

Al comparar los porcentajes de trébol y ballica de la primera con la segunda temporada, se puede observar (cuadros 2 y 3) que el trébol tendió a disminuir en el testigo y en la dosis de N más baja, en tanto que la ballica aumentó en dichos tratamientos. Ello determinó una caída en el rendimiento de trébol por efecto del N, mayor en la primera que en la segunda temporada

(de 9,75 a 7,44 y de 7,45 a 7,12 ton/ha de m.s. en la primera y segunda temporada, con 0 y 64 kg/ha de N, respectivamente). Esto podría corresponder a un aumento de la disponibilidad de N en los tratamientos mencionados en la segunda temporada, por fijación simbiótica del año anterior. Sin embargo, no se observa una tendencia en ese sentido, en los resultados de los análisis de suelo.

Las medias de porcentajes de trébol para las épocas de aplicación de N, muestran que esta especie aumentó significativamente su aporte anual cuando el N se aplicó en noviembre, con respecto a marzo y agosto, en la primera y segunda temporada. Ello se debió a la caída que experimentó el rendimiento de esta especie, en los tratamientos que recibieron N en marzo y en agos-

**CUADRO 3. Rendimiento de m.s. total (ton/ha) y porcentajes de trébol blanco y ballica inglesa, según dosis y épocas de aplicación de N, en la segunda temporada (03.04.85 — 06.05.86)**

**TABLE 3. Total dry matter yield (ton/ha) and percentages of white clover and perennial ryegrass, according to levels and times of N application, in the second growing season (03.04.85 — 06.05.86)**

| Dosis de N  | Épocas de Aplicación |         |         |                      | Media   |
|---|----------------------|---------|---------|----------------------|---------|
|   | 15 Mar.              | 15 Ago. | 15 Nov. | 15 Mar. y<br>15 Nov. |         |
| Materia seca total (ton/ha)                           |                      |         |         |                      |         |
| 0   | —                    | —       | —       | —                    | (11,82) |
| 32  | 12,02                | 12,54   | 12,42   | —                    | 12,33   |
| 48  | 11,98                | 12,52   | 10,92   | —                    | 11,81   |
| 64  | 11,87                | 12,34   | 12,38   | (11,91)              | 12,20   |
| Media   | 11,96                | 12,47   | 11,91   | —                    | 12,11   |
| E.E. a) $\pm 0,461$ ; b) $\pm 0,630$ ; c) $\pm 0,799$ |                      |         |         |                      |         |
| Trébol blanco (‰)                                     |                      |         |         |                      |         |
| 0   | —                    | —       | —       | —                    | (63,43) |
| 32  | 61,17                | 57,49   | 60,45   | —                    | 59,70   |
| 48  | 52,04                | 57,52   | 57,79   | —                    | 55,78   |
| 64  | 59,72                | 53,92   | 60,91   | (58,21)              | 58,18   |
| Media   | 57,64                | 56,31   | 59,71   | —                    | 57,89   |
| E.E. a) $\pm 0,693$ ; b) $\pm 0,946$ ; c) $\pm 1,200$ |                      |         |         |                      |         |
| Ballica inglesa (‰)                                   |                      |         |         |                      |         |
| 0   | —                    | —       | —       | —                    | (30,60) |
| 32  | 29,96                | 34,78   | 32,07   | —                    | 32,27   |
| 48  | 35,28                | 35,82   | 35,78   | —                    | 35,63   |
| 64  | 32,96                | 39,76   | 33,28   | (30,49)              | 35,33   |
| Media   | 32,73                | 36,79   | 33,71   | —                    | 34,41   |
| E.E. a) $\pm 0,699$ ; b) $\pm 0,914$ ; c) $\pm 1,158$ |                      |         |         |                      |         |

E.E. a) para comparar medias de N (32, 48, 64) y para comparar medias de épocas de aplicación de N (marzo, agosto y noviembre).

E.E. b) para comparar media de N cero con N 32, N 45 o N 64 y para comparar media de aplicación de N en marzo y noviembre con medias de marzo, agosto o noviembre.

E.E. c) para comparar medias de dosis de N x épocas de aplicación y para comparar media de N cero con media de aplicación de N en marzo, agosto o noviembre.

to con respecto al testigo sin N, durante diciembre-enero. Así, por ejemplo, en la primera temporada, el rendimiento de trébol en los cortes realizados el 3 de diciembre de 1984 y el 2 de enero de 1985, fue 200% más alto en los tratamientos fertilizados en noviembre (los que fueron iguales al testigo sin N) que en los fertilizados en marzo o agosto.

La ballica, en tanto, mostró un significativo aumento cuando el N se aplicó en agosto y una caída fuerte cuando la aplicación fue en noviembre, en la primera temporada; pero no hubo diferencia entre las dos fechas de aplicación en la segunda.

La aplicación del N parcializado en marzo y noviembre no aumentó el rendimiento total y disminuyó sig-

nificativamente el aporte del trébol, con respecto a la misma dosis aplicada en una sola oportunidad.

Los porcentajes de trébol en distintas fechas durante el período experimental (Cuadro 4), muestran una clara disminución con el aumento de la dosis de N en todas las fechas, cuando la aplicación se hizo en marzo, excepto en enero de ambas temporadas y en mayo de la segunda. Cuando el N se aplicó en agosto, se mantuvo la misma tendencia descrita anteriormente, pero en noviembre los porcentajes tendieron a ser iguales. Los valores fueron máximos en verano, con alrededor de 80‰, medios en primavera y otoño y mínimos en julio de 1985, siguiendo una tendencia normal para este tipo de praderas, en sus primeros años, bajo las condiciones de la zona.

**CUADRO 4. Porcentajes de trébol blanco (base m.s.) en diferentes fechas durante el período experimental, según dosis y épocas de aplicación de N**

**TABLE 4. White clover percentages (dry matter basis) at different dates during the experimental period, according to levels and times of N application**

| Tratamiento      |               | Fechas de Muestreo |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|---------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Epoca aplicación | Dosis N kg/ha | 1984               |      |      | 1985 |      |      | 1986 |      |
|                  |               | Abr.               | Oct. | Ene. | Abr. | Jul. | Oct. | Ene. | May. |
| Marzo            | 0             | 16                 | 58   | 84   | 77   | 6    | 30   | 86   | 47   |
|                  | 32            | 16                 | 50   | 87   | 72   | 1    | 27   | 81   | 50   |
|                  | 48            | 6                  | 33   | 77   | 64   | 1    | 28   | 87   | 42   |
|                  | 64            | 5                  | 21   | 75   | 58   | 4    | 21   | 84   | 44   |
|                  | Media         | 11                 | 41   | 81   | 68   | 3    | 27   | 85   | 46   |
| Agosto           | 32            | —                  | 21   | 81   | 74   | 1    | 14   | 85   | 55   |
|                  | 48            | —                  | 22   | 77   | 60   | 8    | 16   | 83   | 67   |
|                  | 64            | —                  | 11   | 90   | 63   | 14   | 9    | 86   | 60   |
|                  | Media         | —                  | 28   | 83   | 69   | 8    | 17   | 85   | 57   |
| Noviembre        | 32            | —                  | —    | 79   | 69   | 2    | 37   | 82   | 79   |
|                  | 48            | —                  | —    | 78   | 63   | 1    | 22   | 77   | 65   |
|                  | 64            | —                  | —    | 75   | 67   | 2    | 27   | 80   | 81   |
|                  | Media         | —                  | —    | 79   | 69   | 4    | 29   | 81   | 68   |
| Mar. y Nov.      | 64            | 7                  | 37   | 68   | 54   | 1    | 29   | 77   | 58   |

La respuesta estacional al N aplicado en distintas épocas y dosis se presenta en la Figura 1. Esta figura incluye la respuesta en el o los cortes siguientes a la aplicación y en un período de crecimiento posterior, considerando las tres épocas y las dos temporadas. El significativo incremento de la producción de ballica en ambas temporadas, cuando el N se aplicó en marzo, no se reflejó en un aumento significativo de la producción total, debido a la caída observada en la producción de trébol. En el corte de comienzos de octubre, hubo un claro efecto negativo de la aplicación de N en marzo, en la producción de trébol y total. Cuando el N se aplicó en agosto, la producción total de la pradera, medida los primeros días de octubre, aumentó significativamente en ambas temporadas. Los valores obtenidos fueron de 26, 29 y 29 kg de m.s. por kg de N, para las dosis 32, 48 y 64 kg/ha de N, respectivamente, en 1985–1986.

En la segunda temporada, la respuesta disminuyó en poco más de 30% (17, 20 y 20 kg m.s. por kg de N para 32, 48 y 64 kg/ha de N). Estos valores son superiores a los encontrados por Morrison y otros (1983) y Ball (1978), en Gran Bretaña y Nueva Zelanda, respectivamente. La disminución de la respuesta en la segunda temporada, con respecto a la primera, coincide con lo observado por Acuña y Martínez (1983) y estaría asociada con un mejor abastecimiento natural de

N (fijación, mineralización), en el tratamiento sin fertilización nitrogenada. Ello se debería a que en el segundo año se estarían expresando mejor los efectos positivos del manejo impuesto a la pradera, en relación a altura y frecuencia de corte, fertilización y riego.

Por lo anterior, la respuesta obtenida en la segunda temporada representa mejor lo que puede esperarse en una pradera bien manejada y coincide con lo expresado por Laidlaw (1980), cuando afirma que 60 kg/ha de N en primavera podrían aumentar la producción de m.s. en 1 ton. La escasa variación de la respuesta entre las diferentes dosis de N, concuerda con lo recomendado por Savage (1978), en el sentido que dosis entre 25 y 50 kg/ha de N tendrían la misma eficiencia.

La respuesta encontrada por Acuña y Martínez (1983), al aplicar 64 kg/ha de N en agosto (6,7 kg de m.s. por kg de N), es notoriamente inferior a la obtenida en el presente experimento. Esto podría estar relacionado con la variedad de trébol blanco. Wilman y Asiegbu (1982b) encontraron que las variedades de hoja más pequeña (en este caso Huia, usada por Acuña y Martínez, 1983) serían menos tolerantes a la aplicación de N que las variedades de hoja grande, como las del tipo Ladino. Las condiciones de suelo fueron similares en ambos experimentos, aun cuando el pH en el caso presente, fue levemente inferior (6,1 vs. 5,9).

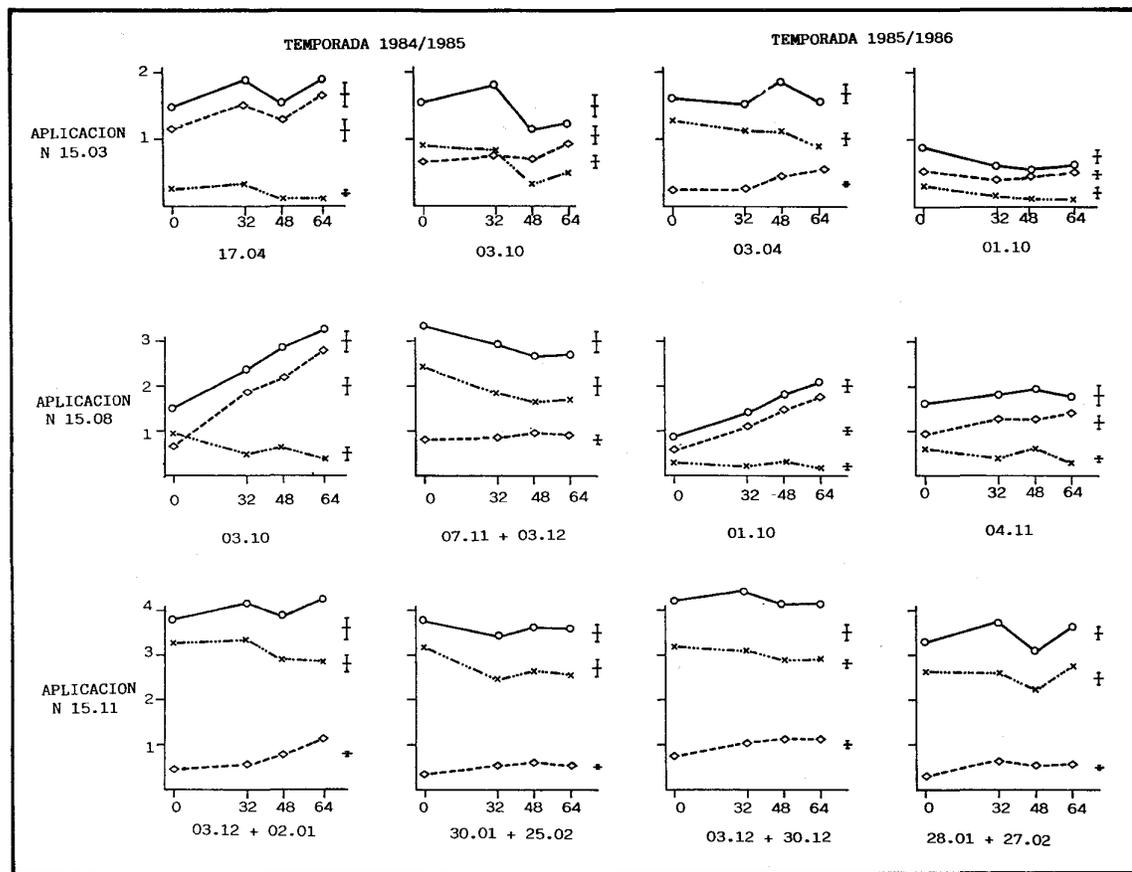


FIGURA 1. Efecto del N (kg/ha, abscisas) aplicado en distintas fechas sobre la producción de m.s. (ton/ha), en períodos posteriores a la aplicación en ambas temporadas. ●—● total; ◇—◇ ballica (ryegrass); x—x trébol (clover). Barras verticales ± E.E. (vertical bars ± S.E.).

FIGURE 1. Effect of N (kg/ha, x-axis) applied at different dates, on D.M. production, (ton/ha) in periods after application, in both growing seasons.

Los contenidos de N del suelo medidos en distintas fechas para cada época de aplicación, no muestran variaciones significativas entre dosis (Cuadro 5). Los bajos valores observados en agosto 1984, podrían explicar la mayor respuesta obtenida en ese año, y los altos valores de marzo de 1985, muestran un fuerte aumento del N en el suelo en esa época. Este aumento se debería a factores ajenos a los tratamientos y, según Savage (1978), correspondería a un incremento del N ocurrido en el verano, el cual se presentaría especialmente en los años muy secos y hace que la respuesta a este elemento aplicado en otoño sea muy baja.

Los contenidos de P y K del suelo (Cuadro 6) al final del experimento, no mostraron diferencias significativas entre dosis de N en muestras obtenidas a 0–10 ó 0–20 cm de profundidad. Pero entre 20 y 50 cm, el

contenido de P en el tratamiento sin N fue significativamente inferior al de los tratamientos con 32 y 48 kg/ha de N y el tratamiento con 64 kg/ha de N, significativamente mayor a estos últimos. Lo anterior puede interpretarse como una disminución de la absorción de P en el estrato de 20–50 cm, con el aumento de la fertilización nitrogenada. Ello podría ser causado por cambios en la distribución de las raíces, de una o las dos especies de la mezcla, inducidas por la aplicación de N.

El contenido de K entre 20 y 50 cm de profundidad fue significativamente más alto en el tratamiento sin aplicación de N, probablemente debido a una menor absorción de este elemento que en los tratamientos donde se aplicó N. La proporción y producción de trébol fue mayor cuando no se aplicó N; por lo tanto, esta especie podría ser la responsable de una ma-

**CUADRO 5. Efecto de épocas y dosis de aplicación de N sobre el N disponible en el suelo (ppm; 0-10 cm de profundidad), en diferentes fechas**

**TABLE 5. Effect of time and rates of nitrogen application on the available soil nitrogen (ppm; 0-10 cm depth), at different dates**

| Tratamiento      |               | Fechas de Muestreo |        |        |        |        |                   |
|------------------|---------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| Epoca aplicación | Dosis N kg/ha | 1984               |        |        | 1985   |        | 1986              |
|                  |               | Mar.               | Ago.   | Nov.   | Mar.   | Sept.  | Mar. <sup>1</sup> |
| Marzo            | 0             | —                  | 5,5    | 10,8   | 37,7   |        | 10,9              |
|                  | 32            | —                  | 4,6    | 12,3   | 36,3   |        | 13,5              |
|                  | 48            | —                  | 6,8    | 8,5    | 33,1   |        | 17,2              |
|                  | 64            | —                  | 8,0    | 10,0   | 36,4   |        | 12,3              |
|                  | E.E.          | —                  | ± 1,51 | ± 1,85 | ± 2,03 |        | —                 |
|                  | Media         |                    | 14,9   | 6,2    | 10,4   | 35,9   |                   |
| Agosto           | 0             | —                  | —      | 10,8   | 37,7   |        | 10,9              |
|                  | 32            | —                  | —      | 10,3   | 31,0   |        | 10,0              |
|                  | 48            | —                  | —      | 10,4   | 28,6   |        | 17,2              |
|                  | 64            | —                  | —      | 9,4    | 34,2   |        | 21,0              |
|                  | E.E.          | —                  | —      | ± 1,38 | ± 3,54 |        | —                 |
|                  | Media         |                    | 14,9   | 7,3    | 10,23  | 32,9   |                   |
| Noviembre        | 0             | —                  | —      | —      | 37,7   | 10,9   | 10,9              |
|                  | 32            | —                  | —      | —      | 32,3   | 8,0    | 21,4              |
|                  | 48            | —                  | —      | —      | 35,8   | 7,5    | 31,9              |
|                  | 64            | —                  | —      | —      | 37,0   | 8,6    | 16,6              |
|                  | E.E.          | —                  | —      | —      | ± 3,77 | ± 1,10 | —                 |
|                  | Media         |                    | 14,9   | —      | 12,4   | 35,7   | 8,8               |
| Mar. y Nov.      | 64            | 14,9               | —      | 9,6    | 42,3   | —      | 17,2              |

<sup>1</sup> Se tomó una muestra compuesta por tratamiento.

**CUADRO 6. Efecto de la dosis de aplicación de N sobre el contenido de P y K disponible en el suelo, al término del experimento (marzo 1986)**

**TABLE 6. Effect of nitrogen application rates on the soil extractable P and K, at the end of the experiment (March 1986)**

| Profundidad (cm) | Dosis de N (kg/ha) | Fósforo (ppm) | Potasio (meq/100 g) |
|------------------|--------------------|---------------|---------------------|
| 0-10             | 0                  | 8,00          | 0,220               |
|                  | 32                 | 9,26          | 0,197               |
|                  | 48                 | 7,26          | 0,200               |
|                  | 64                 | 8,80          | 0,200               |
|                  | E.E.               | ± 1,067       | ± 0,0100            |
|                  | Media              | 8,33          | 0,205               |
| 0-20             | 0                  | 8,00          | 0,210               |
|                  | 32                 | 6,33          | 0,193               |
|                  | 48                 | 6,40          | 0,200               |
|                  | 64                 | 6,87          | 0,203               |
|                  | E.E.               | ± 0,659       | ± 0,0183            |
|                  | Media              | 6,90          | 0,202               |
| 20-50            | 0                  | 1,60          | 0,340               |
|                  | 32                 | 2,80          | 0,160               |
|                  | 48                 | 2,67          | 0,223               |
|                  | 64                 | 3,33          | 0,257               |
|                  | E.E.               | ± 0,159       | ± 0,0258            |
|                  | Media              | 2,60          | 0,245               |

yor absorción de P en el estrato más profundo, al disminuir la fertilización nitrogenada. Al respecto, Caradus (1980) encontró que el trébol absorbería 3 veces más P por cm de largo de raíz que la ballica.

Por otro lado, la ballica al disminuir la fertilización nitrogenada y, consecuentemente, la disponibilidad de N en el estrato más superficial, pudo tener un desarrollo de raíces más profundo y ser la responsable de la mayor absorción de P. Esto último estaría de acuerdo con Goodman y Collison (1981 y 1982), quienes encontraron que la ballica inglesa, cuando está en mezcla con trébol blanco absorbe más P a 22,5 cm de profundidad, que cuando crece sola.

Si se considera que el trébol tendría una gran demanda de K (Goodman y Edwards, 1983), la disminución de la absorción de este elemento en el estrato de 20 a 50 cm de profundidad, reforzaría la idea que el crecimiento radicular de la ballica fue más profundo cuando no se aplicó N.

Los porcentajes de proteína cruda del total del forraje cosechado en octubre de 1984, decrecieron al aumentar la dosis de N aplicada en marzo, mostrando una estrecha relación con la disminución del porcentaje de trébol (Cuadro 4). El tratamiento sin N tuvo un 18% o

de proteína, mientras que el tratamiento con 64 kg/ha, alcanzó sólo un 11%. Cuando el N se aplicó en agosto, la caída en el porcentaje de proteína, en octubre de 1984, de los tratamientos con N con respecto a los tratamientos sin aplicación, fue similar en las tres dosis (18 a 12%). En enero y abril de la segunda temporada, no se observó diferencias debidas a dosis o épocas de aplicación de N.

### CONCLUSIONES

— Considerando que el segundo año de evaluaciones (tercer año de la pradera) representaría mejor a una pradera permanente de la zona, la respuesta estacional a la aplicación de N, de 17 a 20 kg de m.s. por kg de N, es un valor útil para hacer una estimación de la factibilidad económica del uso de N en primavera.

— Los resultados antes mencionados sólo podrán esperarse cuando las normas de manejo sean equivalentes a las del presente experimento, especialmente en lo que se refiere a la frecuencia e intensidad de la utilización, fertilización óptima de P y K, riego adecuado y dosis de N dentro del rango estudiado. Al mismo tiempo, en este esquema de manejo no existiría riesgos de degradar la pradera, por una fuerte disminución del trébol.

— Para lograr mejorar la productividad de este tipo de praderas, sería necesario más información acerca del aporte de N vía fijación simbiótica, especialmente en el verano. Del mismo modo, los resultados indican que se necesita más investigación en lo relacionado con los requerimientos de P y K, en combinación con la disponibilidad de N para las plantas, sin descuidar la respuesta varietal en ambas especies.

### RESUMEN

Una pradera de trébol blanco/ballica inglesa ubicada en la Estación Experimental Quilamapu (Chillán, Chile) sobre un suelo de origen volcánico, se fertilizó con N (0, 32, 48 y 64 kg/ha) una vez al año, en marzo, agosto o noviembre, durante dos temporadas (1984–1985). Se usó un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones, en parcelas de 2 x 6 m. Se determinó producción de m.s. y composición botánica por cortes (8 por temporada) y se midió los contenidos de N, P y K en el suelo, durante y al final del experimento.

No hubo efecto de dosis ni épocas de aplicación de N en la producción anual de m.s. Los porcentajes de trébol en la producción anual disminuyeron significativa-

mente al aplicar N y fueron más altos cuando el N se aplicó en noviembre. La respuesta estacional de la pradera (6 semanas después de la aplicación), cuando el N se aplicó en agosto, fue 26, 29, 29 y 17, 20, 20 kg/ha de m.s. por kg de N, con 32, 48 y 64 kg/ha de N, aplicado en la primera y segunda temporada, respectivamente.

El contenido de P disponible en el suelo (20–50 cm de profundidad), medido al término del experimento, aumentó significativamente al aumentar las dosis de N; el contenido de K disponible, fue significativamente más alto cuando no se aplicó N. Los contenidos de N en el suelo no fueron afectados por los tratamientos.

### LITERATURA CITADA

- ACUÑA P., HERNAN y MARTINEZ R., GERMAN. 1983. Curvas de crecimiento y épocas de aplicación de nitrógeno en una pradera mixta de trébol blanco y gramíneas. *Agricultura Técnica (Chile)* 43 (2): 169–178.
- AOAC—Association of Official Analytical Chemist. 1970. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. William Horwest (Ed.) Washington, D.C. p.: 16–51.
- BALL, R. 1978. Influence of fertilizer nitrogen on herbage dry matter and nitrogen yields, and botanical composition of a grazed grass-clover pasture. *New Zealand Journal Agricultural Research* 21: 47–55.
- CARADUS, J.R. 1980. Distinguishing between grass and legume species for efficiency of phosphorus use. *New Zealand Journal Agricultural Research* 23: 75–81.
- CHILE (INIA) Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 1967. Tercera Memoria Anual 1966–1967. Santiago. p.: 119–128.
- CHILE (INIA) Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 1968. Cuarta Memoria Anual 1967–1968. Santiago. p.: 125–132.

- FRAME, J. and NEWBOULD, P. 1984. Herbage production from grass/white clover swards. En: Forrage Legumes, British Grassland Society, Occasional Symposium Nº 16, Maidenhead. U.K.
- GOODMAN, P.J. and COLLISON, M. 1981. Uptake of  $^{32}\text{P}$  labelled phosphate by clover and ryegrass, growing in mixed swards with different nitrogen treatments. *Annals Applied Biology* 98: 499–506.
- GOODMAN, P.J. and COLLISON, M. 1982. Varietal differences in uptake of  $^{32}\text{P}$  labelled phosphate in clover plus ryegrass swards and monoculture. *Annals Applied Biology* 100: 559–565.
- GOODMAN, P.J. and EDWARDS, J. 1983. Mineral nutrition of leafy legumes. En: *Temperate Legumes* (D.G. Jones and D.R. Davies, Ed.), Pitman, London. p.: 103–118.
- LIDLAW, A.S. 1980. Clovers can save energy. *Agriculture in Northern Ireland* 55 (2): 32–36.
- MORRISON, J., DENEHY, H.L., and CHAPMAN, P.F. 1983. Possibilities for the strategic use of fertilizer nitrogen on white clover/grass swards. *British Grassland Society, Occasional Symposium Nº 14*: 227–231.
- SAVAGE, G. 1978. Growing extra winter feed with nitrogen. *Journal Agriculture, Victoria, Australia*, May: 190–194.
- WILMAN, D. and ASIEGBU, J.E. 1982a. The effect of clover variety, cutting interval and nitrogen application on herbage yields, proportions and heights in perennial ryegrass–white clover swards. *Grass Forage Science* 37: 1–13.
- WILMAN, D. and ASIEGBU, J.E. 1982b. The effects of variety, cutting interval and nitrogen application on the morphology and development of stolons and leaves of white clover. *Grass Forage Science* 37: 15–27.