# Efectos de cuatro niveles de fertilización en una pradera mixta, en producción de leche. I. Efectos en disponibilidad y valor nutritivo[1]

## Effects of four fertilization levels on a mixed pasture, in milk production. I. Effects on available dry matter and nutritive value

Ljubo Goić M.[2]
Mauricio Hiriart L.[2]


### SUMMARY

The influence of four levels of fertilization (I: $N_0P_0K_0$; II: $N_0P_{50}K_0$; III: $N_{25}P_{100}K_{25}$; and IV: $N_{50}P_{200}K_{50}$) on the availability of forage; protein percentage; *in vitro* digestibility; digestible energy; and calcium and phosphorus content was studied at the Remehue Experiment Station (Osorno), during a five years period.

An area of 3 hectares was used for each treatment; with and average stocking rate of 2 cows/ha for I and II, and 2.17, for III and IV. All treatments were grazed during the whole year; a hay supplement, which came from the correspondent treatment, was supplied to the animals *in situ*, in late winter.

Forage availabitiy was critical between the months of June and August, being more serious in treatments I and II, which presented larger periods with availabilities below 1,000 kg of D.M./ha.

Total protein did not reach critical levels for dairy cows on any treatment, occurring favorable differences in direct relation with the levels of fertilization. Summer was the season with the lowest protein percentage.

*In vitro* digestibility improved with increasing levels of fertilization, reaching values near 80% dry matter digestibility. The highest level of digestibility in all the treatments was found during the spring season.

Digestible energy level, determined *in vitro*, was higher in the fertilized treatments, reaching during spring values of 3.15 Mcal/kg. The lowest values were found at the end of the winter season.

Calcium content, in all the treatments, was higher than the minimum required for cows with production below 30 lt/day. The lowest values were observed during winter.

Phosphorus content was only acceptable in treatment IV. The other treatments had values that were lower than normal (0.33%) during summer; treatment I had also lower than normal values at the end of spring.

The consequences of the observed values are discussed.


## INTRODUCCION

La producción bovina en la zona sur del país, se basa en la productividad de sus praderas. Estas praderas, cualquiera sea su condición, tienen una alta respuesta a los fertilizantes, constituyendo la práctica de fertilización una de las principales herramientas para elevar su producción y mejorar su composición botánica (Goić y Matzner, 1977).

En general, el aumento de producción de una pradera

[1] Recepción de originales: 14 de octubre de 1981.

[2] Estación Experimental Remehue (INIA), Casilla 1110, Osorno, Chile.

va acompañado de un mejoramiento en la calidad nutritiva; sin embargo; existen otros factores que hacen variar los valores nutritivos de la pradera, como el clima, la severidad de la desfoliación, contaminación, composición de la pradera, etc.

La fertilización de praderas está íntimamente ligada al reciclaje de nutrientes y es así como una parte importante de los minerales consumidos retornan a la pradera (Wilkinson y Lowrey, 1973) y, por lo tanto, las praderas pastoreadas tienen requerimientos menores de fertilizantes que las praderas de corte.

En este experimento, se prueban cuatro niveles de fertilización, con fósforo, nitrógeno y potasio en praderas mixtas, pastoreadas por vacas lecheras.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento se desarrolló, durante cinco años (1974–79), sobre una pradera mixta, formada fundamentalmente por ballicas, pasto ovillo y trébol blanco, establecida tres años antes de iniciar el ensayo. El suelo corresponde a la serie Trumao Osorno, en la Estación Experimental Remehue (INIA), Osorno, Chile.

Los tratamientos fueron:

| | |
|---|---|
| I | Testigo sin fertilizar |
| II | $N_0P_{50}K_0$ |
| III | $N_{25}P_{100}K_{25}$ |
| IV | $N_{50}P_{200}K_{50}$ |

En una superficie de 12 ha, se asignaron tres potrerillos de 1 ha c/u a cada tratamiento, donde pastaron vacas lecheras, en cargas diferentes: dos vacas/ha, para los dos primeros tratamientos y para los tratamientos III y IV, dos vacas/ha durante los primeros 4 años y 2,66 vacas/ha, en el último año. Cada tratamiento se manejó como un sistema cerrado de producción, con parición de primavera, cosechándose los excedentes de pasto para la alimentación de invierno, lo que se hacía en los mismos potreros.

La pradera fue medida mediante muestreo al iniciar cada utilización, con marcos de 0,25 $m^2$, obteniéndose 8 muestras por hectárea, en cada cambio de potrero. La altura de muestreo fue de 4–5 cm de altura, imitando la altura de utilización por las vacas. De las muestras se obtuvo la cantidad de materia seca (m.s.) ofrecida; ésta fue posteriormenete analizada, obteniéndose la proteína total, digestibilidad, energía digestible, calcio y fósforo. Los datos fueron tabulados por mes y promediados, con el fin de obtener la distribución de los valores a través del año.

La fertilización se hizo en otoño, con las cantidades indicadas para cada tratamiento, usando superfosfato triple, sulfato de potasio y urea como fertilizantes.

Las muestras fueron secadas a temperatura de 65º C y posteriormente analizadas durante los 5 años. Los análisis de proteína (Kjeldahl) calcio y fósforo se hicieron según lo señalado por Bateman (1970). Para la digestibilidad *in vitro* se usó la técnica de Tilley y Terry (1963). Los valores de energía digestible fueron calculados según fórmula descrita por Rittenhause, Streeter y Clanton (1971).

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Disponibilidad.** Considerada como el forraje presente por hectárea, es un factor que determina, en gran parte, el consumo y, por lo tanto, la productividad animal. Kley, Van der (1956) encontró que, en vacas lecheras, el consumo máximo se obtenía con una disponibilidad de 2.000 kg de m.s./ha; otros autores citan cifras algo inferiores. Se estima que a disponibilidades inferiores a 1.000 kg de m.s./ha se afecta seriamente el consumo.

En la Figura 1 se puede apreciar que el Tratamiento I ($N_0P_0K_0$) presenta valores inferiores a 1.000 kg/ha de m.s. en los meses de julio y agosto y valores superiores a 1.000 kg/ha, pero muy inferiores a los 2.000 kg/ha necesarios para un consumo máximo, en mayo, junio y septiembre. En el resto de los meses los valores son superiores, por lo que las vacas tendrían un consumo máximo.

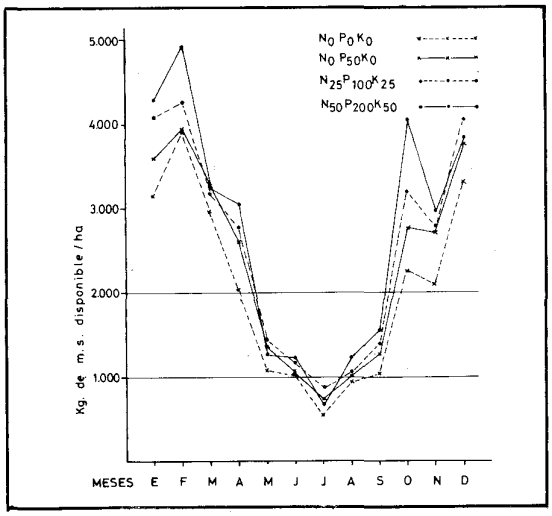


*Figura 1. Disponibilidad (m.s. en kg/ha) de una pradera mixta, pastoreada por vacas de lechería. Promedios de 5 años. Estación Experimental Remehue (Osorno).*

*Figure 1. Dry matter (kg/ha) available in a mixed pasture, grazed by dairy cows. Averages for 5 years and 4 fertilization treatments. Remehue Experiment Station (Osorno).*

Para el Tratamiento II, el problema crítico se reduce al mes de julio, quedando con una disponibilidad intermedia, ligeramente superior al tratamiento testigo, los meses de mayo, junio, agosto y septiembre. La situación del Tratamiento III es similar a la anterior, con la diferencia que las disponibilidades son superiores a los tratamientos I y II. El tratamiento IV presenta una situación similar al tratamiento III.

En el mes de noviembre se observa una caída de la disponibilidad en todos los tratamientos, situación que se debe fundamentalmente a la reducción del área de pastoreo que se utiliza para la conservación de forraje; sin embargo esta disponibilidad es superior a los 2.000 kg de m.s./ha. Los tratamientos III y IV, el último año, tuvieron una mayor carga (2,66 vacas/ha), lo que puede haber influido en la disponibilidad en el período invernal.

**Producción total promedio.** Los promedios para el total de m.s. producida por tratamiento siguen una curva logarítmica $y = 10{,}18 + 0{,}52 \log x$ (siendo $R^2 = 0{,}89$), en relación a las dosis de fertilizante. Los rendimientos promedios fueron de 10,33; 11,74; 12,37; y 13,48 ton/ha de m.s.

**Proteína total.** La distribución de los porcentajes de proteína de las praderas (Figura 2), nos indicaría que éstas son capaces de entregar, por si solas y a través de todo el año, proteína suficiente a vacas lecheras, siempre que tengan una disponibilidad de forraje adecuado (Agricultural Research Council, 1968). Se aprecia en la figura que el Testigo es el de menor porcentaje de proteína; con valores cercanos al 14% en el período de verano–comienzos de otoño. El Tratamiento II presenta valores superiores al anterior e inferiores a los tratamientos III y IV, que presentan valores altos y muy similares a través de la curva.

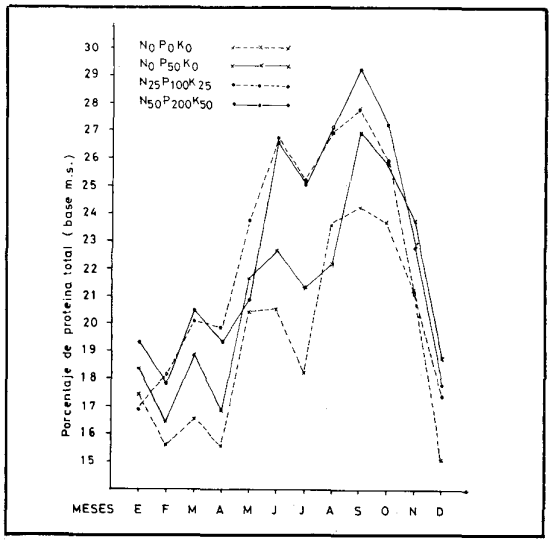


*Figura 2. Proteína total (por ciento, base m.s.) de una pradera mixta, pastoreada por vacas de lechería. Promedio de 5 años. Estación Experimental Remehue (Osorno).*

*Figure 2. Total protein (percent dry matter) of a mixed pasture, grazed by dairy cows. Averages for 5 years and 4 fertilization treatments. Remehue Experiment Station (Osorno).*

Se observa una tendencia a mayores porcentajes de proteína en otoño y primavera; en esta última época se alcanzan valores superiores a 24%, en el Testigo, y a 28 y 29%, para los tratamientos III y IV.

Los altos porcentajes de proteína durante el verano, pueden explicarse por el manejo intensivo de la pradera, que permitió mantenerla a poca altura. La pradera correspondiente al testigo tiende a una madurez prematura.

**Digestibilidad** *in vitro*. En la Figura 3 se observa la variabilidad de la digestibilidad de la pradera a través del año. La gran variación en la digestibilidad se debe al estado vegetativo (Hunt, 1966). Es necesario, para lograr una buena productividad en las vacas, mantener una alta digestibilidad en la pradera (Blaxter y Wilson, 1962). El consumo, bajo pastoreo, se incrementa linealmente hasta digestibilidades sobre el 80% (Corbet, Langlands y Reid, 1963 y Hodgson, 1968).

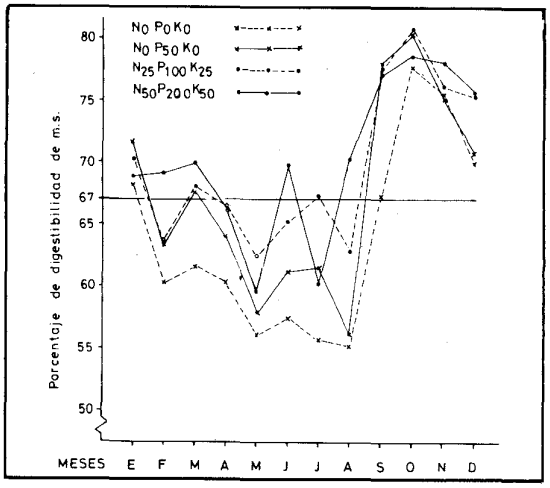


*Figura 3. Digestibilidad* **in vitro** *(por ciento de la m.s.) de una pradera mixta, pastoreada por vacas de lechería. Promedio de 5 años. Estación Experimental Remehue (Osorno).*

*Figure 3.* **In vitro** *digestibility (percent dry matter) of a mixed pasture, grazed by dairy cows. Averages for 5 years and 4 fertilization treatments. Remehue Exp. Sta. (Osorno).*

Si tomamos el valor de digestibilidad de 67%, adoptado como estándar para comparar especies y variedades (Castle y Watkins, 1979), podemos apreciar que en los meses de septiembre a enero la digestibilidad es superior a este valor, llegando a valores de 80%. Durante el verano, en el mes de febrero, sólo el Tratamiento IV supera este estándar; esta situación es supe-

rada por los tratamientos II y III en el mes de marzo, manteniendo valores de 62,4 ± 5,0% para el Testigo. Durante los meses de abril a agosto, los valores tienen una mayor dispersión entre los tratamientos, obteniéndose, en general, valores más bajos en la medida que disminuye el nivel de fertilización. Los valores más altos de digestibilidad, a través del año, se obtienen con los tratamientos III y IV.

**Energía digestible.** Los valores se pueden observar en la Figura 4. Si relacionamos la concentración de energía digestible (E.D.) con el potencial de producción de leche, según lo descrito por la Tabla del Agricultural Research Council (1968), podríamos inferir que, de acuerdo a la energía de las praderas descritas, es posible tener niveles de producción sobre 15 lt de leche/vaca/día, en gran parte del año en los tratamientos de alto nivel de fertilización (III y IV). Los niveles de concentración energética más bajos ocurren desde mayo a agosto, mostrando los niveles más bajos el Testigo; sin embargo, durante los meses de septiembre a enero, los niveles potenciales son altos, llegando a producciones de 25 lt/día/vaca, en los meses de octubre–noviembre, con valores sobre 3 Mcal/E.D./kg de m.s. (Figura 4). Es importante destacar que todos los tratamientos en primavera llegan a una alta concentración energética, distinguiéndose las diferencias entre los tratamientos en el resto del año. De lo observado en las figuras, se puede notar que el efecto de la fertilización no sólo se expresa en una mayor cantidad de materia seca, sino que en la calidad del forraje y en la mejor distribución de los elementos nutritivos a través del año. En el animal, debido a la selección que ellos hacen del forraje, pueden cambiar los valores de la energía que realmente consumen.

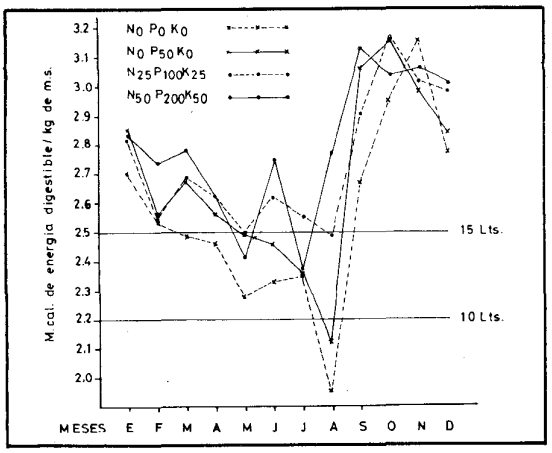


*Figura 4. Energía digestible (Mcal/kg de m.s.) de una pradera mixta, pastoreada por vacas de lechería. Promedios de 5 años. Estación Experimental Remehue (Osorno).*

*Figure 4. Digestible energy (Mcal/kg dry matter) of a mixed pasture, grazed by dairy cows. Averages for 5 years and 4 fertilization treatments. Remehue Experiment Station (Osorno).*

**Calcio.** Si bien no se fertilizó con este elemento, en la Figura 5 se puede observar que el contenido de Calcio es superior a la concentración (0,47% de la ración) requerida para producir hasta 30 kg/día de leche (4% materia grasa), según las normas de la National Academy of Science (1968). En general, los valores de calcio tienden a disminuir en los meses de junio y julio, para aumentar en primavera–verano, con una caída en el mes de febrero. Estos altos valores de calcio en el forraje hacen aún más desequilibrada su relación con el fósforo. Aparentemente, los valores de Ca pueden estar relacionados con el estado vegetativo de la pradera.

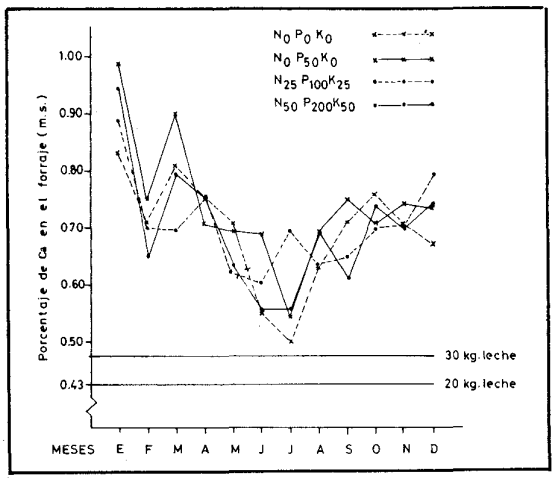


*Figura 5. Contenido de calcio (por ciento, base m.s.) de una pradera mixta, pastoreada por vacas de lechería. Promedios de 5 años. Estación Experimental Remehue (Osorno).*

*Figure 5. Calcium content (percent dry matter) of a mixed pasture, grazed by dairy cows. Averages for 5 years and 4 fertilization treatments. Remehue Experiment Station (Osorno).*

**Fósforo.** Considerando una producción de hasta 20 kg/día de leche 4% materia grasa, el contenido de fósforo en el forraje debiera ser 0,33% de la m.s., (National Academy of Science, 1968); se puede observar, en la Figura 6, que el tratamiento sin fertilizar sólo en los meses de septiembre, octubre y noviembre puede suministrar el fósforo necesario. En el Tratamiento II, el problema se reduce a los meses de enero a abril, con una baja en el mes de julio, que llega a los límites del requerimiento. Para el Tratamiento III, el problema es menor y se reduce al mes de febrero, con valores límites en enero, marzo y abril. Estos valores límites de 0,33 y 0,34% de P, también son alcanzados por el Tratamiento IV, en los meses de febrero y marzo. Los valores mencionados corresponden a las variaciones normales de composición botánica que presentan las praderas mixtas en la región.

Las cifras comentadas indicarían la necesidad de suplementar con fósforo, en períodos variables, según sea el manejo de fertilidad de las praderas.

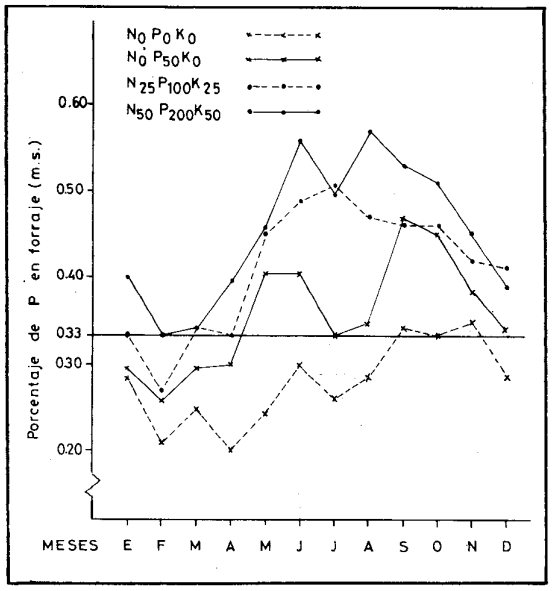


*Figura 6. Contenido de fósforo (por ciento, base m.s.) de una pradera mixta, pastoreada por vacas de lechería. Promedios de 5 años. Estación Experimental Remehue (Osorno).*

*Figure 6. Phosphorus content (percent dry matter) of a mixed pasture, grazed by dairy cows. Averages for 5 years and 4 fertilization treatments. Remehue Exp. Sta. (Osorno).*

## RESUMEN

En la Estación Experimental Remehue (Osorno) se estudió, durante cinco años, la influencia de cuatro niveles de fertilización (I: $N_0P_0K_0$; II: $N_0P_{50}K_0$; III: $N_{25}P_{100}K_{25}$; y IV: $N_{50}P_{200}K_{50}$) sobre la disponibilidad de forraje, porcentaje de proteína, digestibilidad *in vitro*, energía digestible, calcio y fósforo. Se usó una superficie de 3 ha por tratamiento y una carga de 2 vacas/ha para I y II y 2,17 vacas para III y IV, como promedio en los cinco años. Todos los tratamientos fueron pastados año contínuo, más suplementación con heno proveniente de los mismos tratamientos. La disponibilidad de forraje fue crítica entre los meses de junio y agosto, agravándose en los tratamientos I y II, que presentaron un período más largo con disponibilidades inferiores a 1.000 kg de m.s./ha. La proteína total, en ninguno de los tratamientos llegó a niveles críticos para vacas lecheras, existiendo diferencias favorables a medida que suben los niveles de fertilizantes; la época de menor porcentaje de proteína correspondió al verano. La digestibilidad *in vitro* mejoró con los niveles ascendentes de fertilización, hasta valores cercanos al 80% de digestibilidad de la materia seca. La mayor digestibilidad en todos los tratamientos fue en primavera. La concentración de energía digestible, determinada *in vitro*, fue mayor en los tratamientos fertilizados, llegando en primavera a valores de 3,15 Mcal/kg. Los menores valores ocurrieron a fines de invierno. El contenido de calcio, en todos los tratamientos, fue superior al mínimo requerido para vacas con producciones menores de 30 lt/día. Los valores más bajos se observaron en invierno. El contenido de fósforo sólo fue aceptable en el Tratamiento IV; el resto mostró valores inferiores a los normales (0,33%) en verano y el Tratamiento I, además, a fines de primavera. Se discuten las consecuencias de los valores estudiados.

## LITERATURA CITADA

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. 1968. The nutrient requirements of farm livestock. London.

BLAXTER, K.L. and WILSON, R.S. 1962. The voluntary intake of roughages by steers. Animal Production 4: 351–358.

BATEMAN, J. 1970. Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos 1º Ed. México. Herreros Hermanos.

CASTEL, M.E. and WALKINS, P. 1979. Modern milk production. Faber and Faber. London.

CORBETT, J.L., LANGLANDS, J.P., and REID, G.W. 1963. Effects of season of growth and digestibility of herbage on intake by grazing dairy cows. Animal Production 5: 119–129.

GOIC, L., MATZNER, M. 1977. Distribución de la produc-

ción de materia seca y características de tres regiones de la zona de las lluvias. Avances en Producción Animal (Chile). 1: 23–21.

HODGSON, J. 1968. The relationship between the digestibility of a sward and the herbage consumption of grazing calves. J. Agriculture Science 70: 47–71.

HUNT, L.A. 1966. Ash and energy content of material from seven forage grasses. Crop Science 6: 507–509.

KLEY, F.K. Van der. 1956, A simple method for the accurate estimation of daily variations in the quality and quantity of herbage consumed by rotacionally grazed cattle and sheep. Netherlands Journal of Agricultural Science. 4: 197–204.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. 1968. Nutrient requirements of dairy cattle. Washington, D.C.

RITTENHAUSE, L.R. STREETER, C.L. CLANDON, D.C. 1971. Estimating digestible energy from digestible dry and organic matter in diets of grazing cattle. Journal of Range Management, 24: 73–75.

TILLEY, J.M. and TERRY, R.A. 1963. A two–stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grassland Soc. Vol. 18: 104.

WILKINSON, S.R. and LOWREY, R.W. 1973. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. En: Chemistry and Biochemistry of Herbage 2: 247–315. (Ed.) C.W. Butler and R.W. Bailey. London and New York; Academic Press.