

RESPUESTA DE LAS PRADERAS DE MAGALLANES A LA FERTILIZACION NPKS Y SU MODIFICACION POR FACTORES DE SUELO Y CLIMA¹

Effect of NPKS fertilization on the natural grasslands of Magallanes and its modification due to soil and climatic factors

Emilio Ruz J.² y Nilo Covacevich C.²

SUMMARY

The effect of different fertilization treatments on the natural grasslands was studied at six locations, of the Chilean Patagonian Range.

N and NP treatments showed the best responses, by increasing pasture yield, changing the botanical composition and improving the nutritive value of the forage. In humid areas, P and S fertilizers stimulated legume development.

At the Kampenaiké site, where water relationships were also studied, fertilization improved water use efficiency.

INTRODUCCION

Las praderas de Magallanes, históricamente, se han explotado sin hacer uso de la aplicación de fertilizantes. El carácter extensivo de las empresas ganaderas, el costo de los fertilizantes y las limitaciones climáticas de la Región para alcanzar altas producciones, han sido los argumentos tradicionalmente citados como determinantes que impiden la incorporación de esta tecnología al escenario pastoril.

Asociado a lo anterior, los estudios de fertilidad de suelos también han sido escasos. Estos se han orientado principalmente a la exploración de deficiencias nutritivas en ensayos de macetas, mediante la técnica del elemento faltante (Schenkel y otros, 1974a y b); a la interpretación de la fertilidad de los suelos desde estudios agrológicos (Días, Avilés y Roberts, 1959 y 1960); y algunos estudios de biología del suelo, en relación a las transformaciones del nitrógeno (O'Connor, Robinson y Corke, 1965).

Los resultados obtenidos por Schenkel y otros (1974a y b), señalan la existencia de severas deficiencias nutritivas, al someter los suelos a una producción intensiva en los ensayos en macetas. La mayoría de los suelos presentó deficiencias de P, S, K, micronutrientes, Mg y Ca. Sin embargo, los mismos autores se sorprenden que suelos afectados por deficiencias tan notorias como las detectadas en sus ensayos, no presenten una respuesta clara a la aplicación de fertilizantes, en los escasos ensayos de campo realizados en la Región.

Si la magnitud del problema de fertilidad que se deduce de la información disponible, tiene una amplia expresión en condiciones de campo, significaría que los productores de Magallanes debieran considerar el uso de fertilizantes en el conjunto de las actuales prácticas de manejo predial.

El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta de los principales tipos de praderas naturales de Magallanes a la aplicación de fertilizantes durante varios años, incluyendo los nutrientes que se mencionaron como deficitarios en los estudios anteriores.

MATERIALES Y METODOS

Se efectuaron seis ensayos de respuesta de las praderas a la fertilización NPKS, en el sector continental de

¹ Recepción de originales: 21 de febrero de 1989.

² Estación Experimental Kampenaiké (INIA), Casilla 277, Punta Arenas, Chile.

Magallanes. La ubicación geográfica, tipo vegetacional y algunas características climáticas de cada sector de ensayo aparecen en la Figura 1 y el Cuadro 1.

Cada experimento consistió en 32 parcelas de 15 m² (6 x 2,5 m), requeridas por 16 tratamientos, con 2 repeticiones. Los tratamientos fueron: N, P, K, S, NP, NS, PK, PS, KS, NPK, NPS, PKS, NKS, NPKS y testigo.

Adicionalmente, se añadió un tratamiento NPKS con elementos menores, pero que no se incluyó en el análisis de variancia, para mantener el experimento balanceado. Este último tratamiento permitió evaluar separadamente una posible deficiencia de elementos menores, bajo los niveles productivos de campo.

El procedimiento estadístico consistió en un análisis de variancia de los rendimientos en m.s., para un factorial confundido 2⁴, donde la interacción de mayor orden (NPKS) se confundió en cada una de las repeticiones. Se comparó inicialmente el rendimiento de cada tratamiento con el control, usando el test de Diferencia Media Significativa (DMS). Luego se calculó los efectos factoriales totales, como función lineal de la combinación total de tratamientos, desde donde se sintetizó la información para la presentación de resultados.

Las dosis de nutrientes (kg/ha) fueron las siguientes: N 60 (salitre sódico); P 26,2 (P₂O₅ 60) (superfosfato triple); K 33,2 (K₂O 40) (cloruro potasio), S 40 (sulfato sódico). La aplicación de fertilizantes se efectuó en agosto, durante los cuatro años que duró el estudio (1977–1980).

Los ensayos se mantuvieron cercados, para excluirlos del pastoreo. La evaluación de producción de forrajes se hizo cada año, al final de la estación de crecimiento, ya que el desarrollo de las praderas en la zona, no permite efectuar más de un corte en la temporada. El rendimiento de m.s., se obtuvo mediante cuatro muestras de 0,5 m² por parcela.

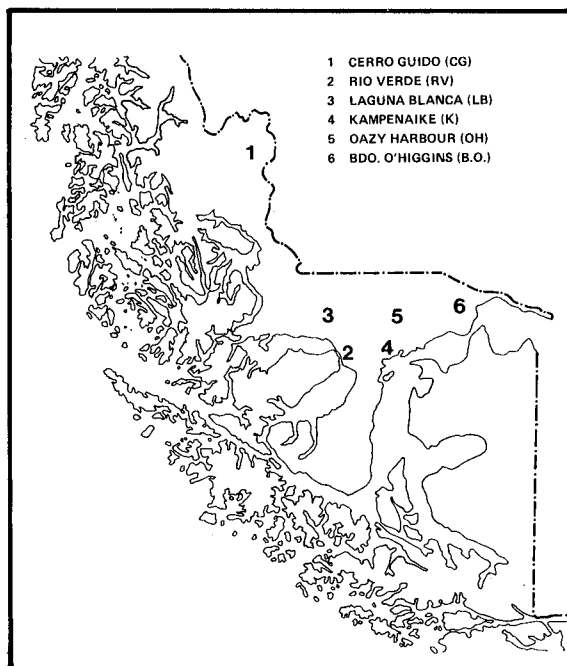


FIGURA 1. Croquis con la ubicación de los ensayos.
FIGURE 1. Sketch with the location of the experiments.

CUADRO 1. Ubicación, unidades vegetacionales y características agroclimáticas de los sitios de ensayo
TABLE 1. Location, vegetational type and climatic characteristics of the experimental sites

Ubicación del experimento	Tipo vegetacional ¹	Regimen Térmico ²		Régimen Hídrico ²			Estación de crecimiento efectivo (meses) ²
		Días con T ^o media sobre 5 ^o C	Suma térmica (°C)	Precipitación anual (mm)	ETP anual (mm)	Deficit hídrico (meses)	
Cerro Guido (50° 58' S; 70° 30' W)	Comunidades de <i>M. spinosum</i> – <i>F. gracillima</i> – <i>S. humilis</i>	200–250	900–1200	307	872	7	1
Laguna Blanca (52° 16' S; 71° 11' W)	Pradera <i>F. gracillima</i> – <i>S. humilis</i>	100–150	300– 599	277	629	5	3
Río Verde (52° 36' S; 71° 30' W)	Pradera de <i>D. glomerata</i> – <i>H. lanatus</i> – <i>T. repens</i>	200–250	600– 899	435	892	4	4
Kampenaíke (52° 41' S; 70° 54' W)	Comunidad de <i>Ch. diffusum</i> – <i>F. gracillima</i>	200–250	600– 899	325	793	6	2
Oazy Harbour (52° 29' S; 70° 30' W)	Pradera de <i>F. gracillima</i>	150–199	300– 599	253	726	7	1,5
B. O'Higgins (52° 25' S; 69° 41' W)	Pradera de <i>F. gracillima</i>	200–250	600– 899	268	866	7	1

¹ Lara y Cruz (1987)

² Novoa y Ruz (1982)

ETP: evapotranspiración

Como complemento, al final del estudio se determinó los cambios en composición botánica, con el método del "doble metro" (Etienne y Contreras, 1981), y el valor nutritivo del forraje (producción de m.s., digestibilidad de la proteína bruta y contenido de fibra detergente neutra). Ambas variables se integraron en el concepto de valor forrajero, basado en el método descrito por Etienne y Contreras (1981). Estas determinaciones se hicieron para todos los sitios, en los tratamientos N, P, NP, NPKS y control.

La influencia de las variaciones climáticas entre años sobre la producción de forrajes, se midió en el experimento ubicado en Kampenaike, donde se dispone de registros meteorológicos. Se midió la eficiencia del uso del agua con y sin fertilización, según el procedimiento indicado por Tisdale y Nelson (1968).

Los análisis de suelo y planta se hicieron en el laboratorio de la Estación Experimental La Platina, según los métodos y estándares allí establecidos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Disponibilidad inicial de nutrientes

En el Cuadro 2, se presenta los valores de disponibilidad inicial de nutrientes para cada sitio de ensayo. En Kampenaike y Cerro Guido, el pH es neutro y ligeramente ácido, respectivamente, mientras que los suelos correspondientes a los otros 4 sitios de ensayos, se sitúan en el rango moderadamente ácido. Destacan los altos valores de materia orgánica, para 4 de los 6 sectores, presentando los más bajos, Cerro Guido y Kampenaike. En relación a los índices N, P, K: K aparece con niveles altos para todos los suelos; y P y N, bajo a deficiente, en B. O'Higgins y Kampenaike, y medio, en el resto de los sitios de ensayos.

CUADRO 2. Disponibilidad inicial de nutrientes de los suelos en los sitios experimentales

TABLE 2. Initial nutrients availability of the soils in the experimental sites

Lugar	pH	°/o M.O.	Indices (ppm)		
			N	P	K
Cerro Guido	6,3	4,0	22	12	650
Río Verde	5,8	11,2	22	9	334
Laguna Blanca	5,6	11,8	24	9	630
Kampenaike	7,0	5,6	13	3	747
Oazy Harbour	5,5	15,8	27	10	610
B. O'Higgins	5,8	9,4	15	5	510

En general, se puede apreciar que N y P serían los nutrientes que, según el análisis de suelo, debieran generar algún tipo de respuesta, al aplicarlos como fertilizantes.

Rendimiento de materia seca

a. Comparación de los tratamientos con el testigo

En el Cuadro 3, se presenta los resultados del rendimiento de m.s. promedio de los tratamientos, para los cuatro años de fertilización, en cada uno de los sitios.

Al comparar los rendimientos de cada tratamiento con el testigo, se observa que, para todos los sitios, hubo un incremento significativo de la producción, al aplicar alguno de los fertilizantes.

Así, la sola incorporación de N aumentó significativamente los rendimientos de m.s., en las localidades de B. O'Higgins, Oazy Harbour, Cerro Guido y Río Verde. Los incrementos de producción respecto al control, fluctuaron entre un 46°/o y 127°/o, mientras que la eficiencia en relación al N aplicado, varió entre 7,6 (B. O'Higgins) y 12,1 (Río Verde) kg m.s./ha por cada kg de N aplicado como fertilizante. Estos resultados reflejan tendencias similares a las observadas en praderas nativas semi-áridas de Estados Unidos, por Rogler y Lorenz (1974) y por Nyren (1979).

En relación a los otros nutrientes, la aplicación de sólo P aumentó significativamente los rendimientos de m.s., respecto al control, en Kampenaike y Río Verde, mientras que el S, lo hizo en las praderas de Oazy Harbour.

Para el resto de los tratamientos, la tendencia general que se observó en la mayoría de los sitios, fue que aquellos que incluían N, en cualquier combinación, presentaban rendimientos significativamente mayores que el control.

b. Efectos principales e interacción

En el Cuadro 4, se presenta una síntesis de los efectos principales de N—P—K—S e interacciones de segundo orden. La respuesta en m.s. para cada uno de los factores, se muestra en forma separada, para cada nivel del resto de los factores.

Los efectos principales (todos los tratamientos que incluyen determinado elemento menos los que no lo incluyen) para N y P son positivos, en todos los sitios de ensayo. Para N, la respuesta media fluctuó entre 291 (Laguna Blanca) y 729 (Cerro Guido) kg de m.s. por hectárea, obteniéndose así una dimensión de la magnitud de la deficiencia de este elemento, que aparece generalizada para todos los sitios de ensayo.

CUADRO 3. Comparación entre el rendimiento promedio de los tratamientos de fertilización de la pradera magallánica con el rendimiento promedio del control, usando el test D.M.S.

TABLE 3. Comparison between the average yields of the fertilizer treatments on the Magallanes pasture and the control, using the LSD test

Tratamientos	B. O'Higgins		Oazy Hrabour		Kampenaiké		Lag. Blanca		Cerro Guido		Río Verde	
	Rdto. kg/ha	Dif. ¹ kg/ha	Rdto. kg/ha	Dif. ¹ kg/ha	Rdto. kg/ha	Dif. ¹ kg/ha	Rdto. kg/ha	Dif. ¹ kg/ha	Rdto. kg/ha	Dif. ¹ kg/ha	Rdto. kg/ha	Dif. ¹ kg/ha
N	786	428*	1375	502*	865	144 ns	843	176 ns	1190	631*	2306	727*
P	498	140*	875	2 ns	746	25 ns	570	— 97 ns	650	91 ns	2523	944*
K	469	111 ns	979	106 ns	809	88 ns	738	71 ns	563	4 ns	1900	321 ns
S	431	73 ns	1089	216*	628	—93 ns	645	— 22 ns	640	81 ns	2027	448 ns
NP	823	465*	1816	943*	1438	717*	1005	338*	1279	720*	3395	1816*
NK	598	240*	1232	359*	908	187 ns	1055	388*	1097	538*	2153	574 ns
NS	586	228*	1687	814*	1016	295*	783	116 ns	1373	814*	2385	806*
PK	385	27 ns	831	—42 ns	690	—31 ns	709	42 ns	669	110 ns	2374	795*
PS	487	129 ns	990	117 ns	767	46 ns	581	— 86 ns	677	118 ns	2759	1180*
KS	397	39 ns	887	14 ns	518	—203 ns	554	— 113 ns	787	228*	1617	38 ns
NPK	864	506*	1919	1046*	1183	462*	1077	410*	1543	984*	3331	1752*
NPS	836	478*	1822	949*	1173	452*	981	314*	1380	821*	3545	1966*
PKS	493	135*	1312	439*	751	30 ns	976	309*	689	130 ns	2484	905*
NKS	678	320*	1358	485*	852	131 ns	743	76 ns	1677	1118*	2676	1097*
NPKS	783	425*	1766	893*	1230	509*	1277	610*	1522	963*	3251	1672*
Control	358	—	873	—	721	—	667	—	559	—	1579	—

¹ Diferencia con el control

*Significativo al 5^o/o

Respecto a P, también se observó efectos principales positivos, pero con valores de respuesta en m.s. menores que para N. La excepción fue Río Verde, donde por tratarse de una pradera mixta en zona húmeda, el P estimuló significativamente la recuperación del trébol blanco (Cuadro 4) y con ello, los aumentos de rendimiento.

El K mostró efecto positivo en Laguna Blanca y Cerro Guido; y el S en Oazy Harbour, Cerro Guido y Río Verde. En este último sitio, estuvo muy asociado al cambio de composición botánica, con la notoria invasión de trébol blanco, ya naturalizado en ese sector.

Respecto a interacciones, en el Cuadro 4 se presenta la respuesta promedio para cada factor, en presencia o ausencia de cada uno de los restantes que componen el factorial.

La respuesta media a N, sobre todas las parcelas que recibieron P, representa la interacción de mayor interés en términos productivos, en todos los sitios de ensayo.

También, es notorio que en Kampenaiké, Oazy Harbour y B. O'Higgins, la respuesta media a N se deprime en presencia de K, mientras que aumenta los rendimientos en Cerro Guido y no tiene efectos en Río Verde y Laguna Blanca.

Por otra parte, la interacción NS aumenta significativamente la producción de m.s. en Cerro Guido y Kampenaiké. El resto de las interacciones que aparecen en el Cuadro 4, son de menor valor agronómico y difíciles de interpretar con la información disponible.

Efecto de la fertilización en la eficiencia en el uso del agua

Utilizando los datos correspondientes a la localidad de Kampenaiké, se comparó durante tres años la eficiencia del uso del agua de lluvia, por una pradera natural sin fertilización y una pradera natural fertilizada con N y P. Los antecedentes pluviométricos, humedad del suelo, rendimiento de la pradera y los valores de producción de forraje por milímetro de agua utilizada, aparecen en el Cuadro 5.

En el cálculo, se asumió que el agua de lluvia se utiliza en un 100% (no hay pérdidas por percolación profunda o escorrentía superficial), desde el inicio del período de crecimiento (septiembre) hasta su finalización (diciembre); lo que, junto a la fracción aprovechable del agua almacenada al comienzo de la estación de crecimiento, constituye el monto total de agua utilizada por las plantas en el proceso productivo.

En los tres años de medición, se observó un incremento importante de la eficiencia en el uso de agua por

CUADRO 4. Respuesta diferencial (kg m.s./ha) de las praderas magallánicas a los fertilizantes

TABLE 4. Differential responses (kg D.M./ha) of Magallanes pastures to fertilizers

Factor	Respuesta media	Respuesta con							
		N		P		K		S	
		Aus.	Pres.	Aus.	Pres.	Aus.	Pres.	Aus.	Pres.
B. O'Higgins									
N	+ 307	—	—	+ 248	+ 366	+ 319	+ 296	+ 345	+ 267
P	+ 95	+ 36	+ 153	—	—	116	73	85	+ 104
K	— 26	— 13	— 38	— 5	— 47	—	—	— 32	— 19
S	— 20	+ 18	— 58	— 30	— 10	26	+ 14	—	—
D.S. Respuesta media = ± 26,6 D.S. Respuesta diferencial = ± 37,5									
Oazy Harbour									
N	+ 643	—	—	+ 457	+ 829	+ 718	+ 567	+ 696	+ 589
P	+ 232	+ 46	+ 418	—	—	+ 120	+ 343	+ 245	+ 218
K	— 31	+ 45	— 106	— 142	+ 81	—	—	—	—
S	+ 127	+ 100	+ 73	+ 140	+ 112	+ 163	+ 91	—	—
D.S. Respuesta media = ± 32,4 D.S. Respuesta diferencial = ± 45,9									
Río Verde									
N	+ 722	—	—	+ 600	+ 845	+ 686	+ 759	+ 702	+ 743
P	+ 877	+ 754	+ 1000	—	—	+ 981	+ 773	+ 921	+ 833
K	— 91	— 128	— 55	+ 13	— 195	—	—	— 11	— 171
S	+ 148	+ 128	+ 169	+ 192	+ 104	+ 228	+ 68	—	—
D.S. Respuesta media = ± 107,8 D.S. Respuesta diferencial = ± 152,5									
Cerro Guido									
N	+ 729	—	—	+ 697	+ 760	+ 674	+ 783	+ 667	+ 790
P	+ 65	+ 34	+ 97	—	—	+ 56	+ 75	+ 183	— 52
K	+ 100	+ 46	+ 154	+ 91	+ 109	—	—	+ 48	+ 151
S	+ 150	+ 88	+ 211	+ 267	+ 31	+ 98	+ 201	—	—
D.S. Respuesta media = ± 36,3 D.S. Respuesta diferencial = ± 51,3									
Laguna Blanca									
N	+ 291	—	—	+ 205	+ 376 *	+ 287	+ 293	+ 324	+ 256
P	+ 143	+ 58	+ 229	—	—	+ 50	+ 237	+ 14	+ 273
K	+ 131	+ 129	+ 135	+ 38	+ 226	—	—	+ 3	+ 266
S	— 15	+ 18	— 49	— 144	+ 133	— 24	— 70	—	—
D.S. Respuesta media = ± 31,7 D.S. Respuesta diferencial = ± 44,9									
Kampenaiké									
N	+ 379	—	—	+ 241	+ 518	+ 408	+ 352	+ 357	+ 401
P	+ 208	+ 69	+ 346	—	—	+ 223	+ 192	+ 189	+ 227
K	— 52	— 24	— 80	— 36	— 68	—	—	— 45	— 59
S	— 53	— 76	— 31	— 72	— 34	— 44	— 150	—	—
D.S. Respuesta media = ± 34,9 D.S. Respuesta diferencial = ± 49,4									

Aus.: Ausente; Pres.: Presente

CUADRO 5. Efecto de la fertilización en la eficiencia del uso del agua, medida en una pradera natural en el experimento de Kampenaike¹

TABLE 5. Fertilization effect on water-use efficiency, measured on a natural grassland, at the Kampenaike trial

	Años		
	1977	1978	1979
Precipitación anual	292,7	315	269
Contenido de humedad del suelo en septiembre (40 cm prof.)	98	115	100
Humedad aprovechable en septiembre (40 cm prof.)	12	29	14
Precipitación sept. – dic.	78	71,5	70,5
Total agua utilizada en el período (sept. – dic.)	90	100,5	84,5
Producción pradera: (kg m.s./ha)			
sin fertilización	940	661	912
con fertilización	1539	1059	1852
Eficiencia en el uso del agua: (kg m.s./ha/mm)			
sin fertilización	10,4	6,6	10,8
con fertilización	17,1	10,5	21,9

¹ Todos los datos de humedad están expresados en milímetros.
(Datos climáticos: Ruz y Covacevich, 1980).

efecto de la fertilización. En conjunto, la información de las tres temporadas indica que se obtuvo sobre un 70% de forraje adicional por cada milímetro de agua disponible, cuando la pradera recibió fertilización.

En trabajos similares realizados en el extranjero, se citan valores de 1,53 kg m.s./ha/mm, en pradera nativas tipo "range"; mientras que las mismas, cuando reciben dosis moderadas de N y P, utilizan más eficientemente el agua disponible, alcanzando a 12,5 kg m.s./ha, por cada milímetro de agua disponible (Johnston, 1968).

Es importante considerar que, en condiciones semi-áridas, probablemente las plantas fertilizadas alcancen un mayor desarrollo radicular y así mejoren también la extracción de humedad del suelo (Rogler y Lorenz, 1974).

Composición Botánica: En términos generales, la adición de P solo no altera la composición vegetal de la pradera natural. En cambio, como lo indica la Figura 2, el N separadamente favorece al coirón y también al cojín, disminuyendo la proporción de tejido muerto del forraje disponible. Las combinaciones NP y NPK favorecen ligeramente al cojín, en desmedro del coirón. Esto debe atribuirse al incremento de las gramíneas dentro del cojín, principalmente *Poa pratensis* y *Poa* spp. En algunas localidades, como Kampenaike (Cuadro 6), bajo fertilización con NP o NPKS,

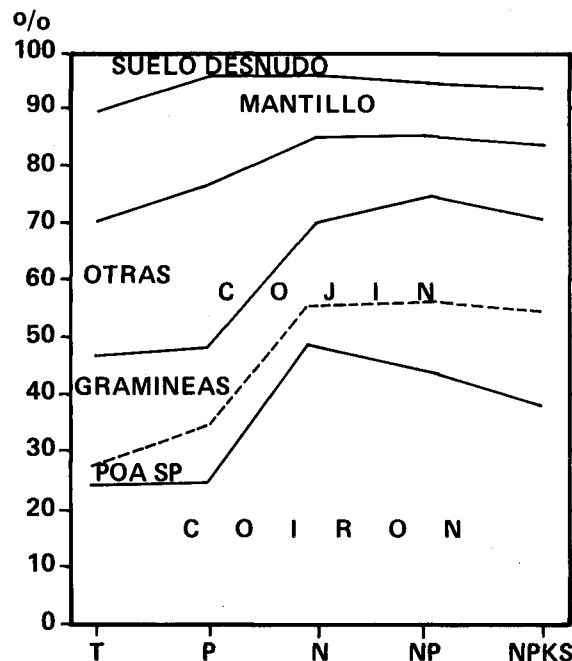


FIGURA 2. Efectos de cinco tipos de fertilización sobre la composición botánica del coirón magallánico (promedios de cinco repeticiones; T = testigo).

FIGURE 2. Effect of five fertility treatments on the botanical composition of the tussock grassland of Magallanes (averages for five replications; T = control).

P. pratensis puede llegar a ser seria competencia para el coirón, en lo que influye su mayor velocidad de recuperación al corte.

Un análisis detallado de variaciones en composición botánica por especies y localidades, va más allá de los objetivos y del diseño del experimento. Sin embargo, del Cuadro 6 vale la pena destacar la presencia de *Vicia* sp. en Cerro Guido, que llega a contribuir en un 20% al volumen de m.s. del tratamiento con fertilización completa. Esta es una de las pocas leguminosas nativas del coirón, normalmente escasa.

En el caso de Río Verde, se da una total dominancia del trébol blanco con la fertilización con sólo P, mientras que con NP, pero sobre todo con NPKS, se dan proporciones más equilibradas con gramíneas, destacando la ballica perenne. Solamente en esta localidad, tiene cierta importancia el diente de león (*Taraxacum officinalis*), que por competencia del trébol en el tratamiento con P, sufre una baja muy considerable.

Valor Nutritivo: El coirón es un tipo de planta que, en condiciones naturales, presenta bajo valor nutritivo,

lenta recuperación al pastoreo y baja palatabilidad. En una primera generalización sobre los efectos de la fertilización en este recurso (Cuadro 7a), se observa que el valor forrajero (VF) se mantiene invariable, entre el testigo y la aplicación de P solo. Por otra parte, tanto el N solo como la combinación NPKS, producen un efecto significativamente superior; pero es con la fórmula NP que se obtienen los valores más altos ($P \leq 0,05$). Así, el VF sugiere de manera indirecta que las cualidades forrajeras del coirón podrían ser aumentadas notablemente con fertilización nitrogenada; pero no puede inferirse de estos datos, cuáles serían a largo plazo las consecuencias para la pradera bajo pastoreo.

En lo que respecta al cojín, los efectos de la interacción NP son más claros (Cuadro 7b), ya que los VF obtenidos en los tratamientos con adición de N o P no difieren del testigo, mientras que las combinaciones NP y NPKS, son significativamente superiores ($P \leq 0,05$). La localidad de Río Verde no sigue exactamente estas tendencias, porque tiene una potencia superior y porque las respuestas siguen las ten-

CUADRO 7. Valor forrajero (VF) para coirón (a) o cojín (b) bajo cinco tipos de fertilización, en 5 (a y b) o 6 (c) localidades de la región magallánica

TABLE 7. Forage value (VF) for the tussocks (a), intertussock (b) and total vegetation (c) under five fertility situations, in 5 (a and b) or 6 (c) sites of the Magallanes region

Lugares	Tratamientos				
	T	N	P	NP	NPKS
a) Coirón					
Cerro Guido	25	240	32	197	184
Laguna Blanca	17	103	38	211	188
Kampenaiké	79	167	51	482	135
Oazy Harbour	86	183	70	402	232
Bdo. O'Higgins	23	72	22	66	78
\bar{X}	46 a	153 b	43 a	272 b	163 c
b) Cojín					
Cerro Guido	29	216	108	427	530
Laguna Blanca	59	49	48	107	187
Kampenaiké	186	221	156	934	865
Oazy Harbour	122	112	133	282	151
Río Verde	947	1222	295	1571	1946*
\bar{X}	88 a	106 a	135 a	346 b	368 b
c) Vegetación total					
Cerro Guido	154	456	140	625	714
Laguna Blanca	75	152	86	318	373
Kampenaiké	265	388	208	1416	1000
Oazy Harbour	209	295	203	684	383
Bdo. O'Higgins	68	149	109	154	161
Río Verde	947	1222	2015	1571	1946

Promedios con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0,05$).

*no se incluyó en el cálculo.

dencias indicadas por la literatura para la mezcla trébol—ballica: los mejores resultados son con la combinación NPKS y con P, seguidos por NP y con valores notoriamente más bajos para el testigo y N solo.

En el Cuadro 7 (c), se resume los VF totales para todas las localidades, las que presentan diferencias importantes relacionadas con su potencial climático. Las mejores perspectivas por la respuesta a la fertilización se dan, en orden creciente, en B. O'Higgins, Laguna Blanca, Oazy Harbour, Cerro Guido, Kampenaike y Río Verde.

El estudio confirma el concepto de selección ambiental, que atribuye la dominancia de las plantas a combinaciones específicas de factores bióticos y abióticos. Variaciones inducidas en la fertilidad del suelo cambian el medio, por lo que ciertas especies tienden a dominar, bajo cada uno de los nuevos ambientes resultantes de los tratamientos.

En este caso, el desplazamiento de las especies nativas por otras adecuadas a condiciones más productivas, será acentuado con la intensificación del manejo subsiguiente a la fertilización. Los resultados muestran que el coirón es muy susceptible a la competencia y como, además, tiene poca capacidad de recuperación al corte, sería una de las especies con menores posibilidades de persistir. Particularmente en el sector más árido, esto tiene consecuencias poco predecibles, sobre todo si un eventual programa de fertilización, que cambiaría la estructura vegetacional, fuera posteriormente suspendido.

CONCLUSIONES

— Las praderas de Magallanes responden claramente a la aplicación de fertilizantes en todos los sitios experimentales que incluyó este estudio, despejando así las dudas que existían al respecto.

— La fertilización con N y NP, aplicados en cobertera a salidas de invierno, tuvo efecto en aumentos de producción de m.s., cambios en composición botánica y mejoramiento del valor nutritivo de los pastos naturales.

— La fertilización induce variaciones en la estructura vegetacional, de modo que las especies y la fisonomía de la pradera cambian del típico coirón biestratificado (coirón y cojín) a una pradera herbácea baja, de mayor valor productivo. Sin embargo, las consecuencias ecológicas y agronómicas de un plan de fertilización a largo plazo no son predecibles, sobre todo si este plan es eventualmente interrumpido.

— En zonas más húmedas, representadas en este estudio por el sector Río Verde, la fertilización con P y S puede promover altas producciones y forraje de mejor calidad, por el efecto que se logra en el desarrollo de leguminosas. Sin aplicación de fertilizantes, esta zona definitivamente está perdiendo la posibilidad de hacer un uso más efectivo de la fijación simbiótica de N, por la escasa participación de los tréboles en la pradera.

Este aspecto tiene gran relevancia, pues como quedó demostrado, el N es la principal deficiencia que aparece generalizada en toda la Región. Por lo tanto, al menos en algunos sectores, la posibilidad de incorporar N al sistema en forma económica, es una de las medidas más importantes para romper el bloqueo existente al aumento de la producción de forrajes.

— Hasta aquí, la opinión generalizada de ganaderos y técnicos, indica que en Magallanes la falta de humedad es la primera limitante en la producción de las praderas. Sin embargo, ante los resultados de este estudio, los autores discrepan de este concepto y postulan una hipótesis alternativa. Para el potencial climático de la Región, la falta de fertilidad sería la restricción más severa para aumentar los rendimientos de las praderas. Al mismo tiempo, la escasez de agua disponible se acentúa como factor limitante, al ser usada por plantas con baja eficiencia, debido a la falta de una adecuada nutrición. En zonas semi-áridas como Magallanes, este aspecto puede llegar a ser de vital importancia, cuando se plantee un mejoramiento integral de los recursos productivos en la Región.

RESUMEN

En seis localidades de la Estepa Patagónica, se estudió durante cuatro temporadas el efecto de la aplicación de fertilizantes en la pradera natural. Nitrógeno solo y NP fueron los tratamientos con respuesta más clara, para la mayoría de los sitios de ensayos. Estos efectos se expresaron en aumentos de producción de materia seca, cambios en composición botánica y valor nutri-

tivo del forraje. En las zonas más húmedas, la fertilización con P y S estimuló el desarrollo de leguminosas.

El experimento de Kampenaike, constató que la limitante hídrica de la zona se ve acentuada por una baja eficiencia en el uso del agua, debida a una inadecuada nutrición.

LITERATURA CITADA

- DIAZ C., CARLOS, AVILES S., CARLOS, ROBERTS, RAY C. 1959 y 1960. Los grandes grupos de suelos de la provincia de Magallanes. *Agricultura Técnica (Chile)* 19/20: 227–308.
- ETIENNE, MICHAEL y CONTRERAS, DAVID. 1981. Cartografía de la vegetación y sus aplicaciones en Chile. Santiago, U. de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias. *Bol. Técnico* Nº 46. 27 p.
- JOHNSTON, A. 1968. Seasonal precipitation, evaporation, soil moisture and yield of fertilized range vegetation. *Canadian Plant Science* 49: 123–128.
- LARA A., ANTONIO y CRUZ M., GUSTAVO. 1987. Vegetación del área de uso agropecuario de la XII Región, Magallanes y de la Antártica Chilena. (Ed.) INIA–SERPLAC XII Región. 23 p.
- NOVOA S–A., RAFAEL y RUZ J., EMILIO. 1982. Distritos agroclimáticos. En: *Estudio para un Plan de Desarrollo Tecnológico Agropecuario en la XII Región.* (Ed.) INIA–SERPLAC XII Región. (mimeografiado).
- NYREN, P.E. 1979. Fertilization of Northern Great Plains Rangeland: A Review. *Rangeland* 1 (3): 110–112.
- O'CONNOR, K. F., ROBINSON, J. B., and CORKE, C. T. 1965. Nitrification in soils of Magallanes Province, Chile, in relation to vegetation conditions and land development practices. Dept. of Microbiology, University of Guelph, Guelph, Ontario Canadá. En: "Progresos en Biología de Suelo". *Actas del Primer Coloquio Latinoamericano de Biología del Suelo.* UNESCO, Montevideo 1966.
- ROGLER, G., and LORENZ, R. 1974. Fertilization of Mid-Continent Range Plants. En: *Forage Fertilization.* (Ed.) D. A. Mays. A.S.A., C.S.S.A., SSS.A., Wisconsin. p.: 231–251.
- RUZ J., EMILIO, COVACEVICH C., NILO. 1980. Informe Técnico Areas Recursos Ambientales y Producción Animal, Estación Experimental Kampenaike, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (mimeografiado). 68 p.*
- SCHENKEL S., GOTARDO, BAHERLE V., PEDRO, FLOODY A., HORACIO y GAJARDO M., MAURICIO. 1974a. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en mace-tas. XVI. Macronutrientes, provincia de Magallanes, Continente. *Agricultura Técnica (Chile)* 34 (2): 68–83.
- SCHENKEL S., GOTARDO, BAHERLE V., PEDRO, FLOODY A., HORACIO y GAJARDO M., MAURICIO. 1974b. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en mace-tas. XVII. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, provincia de Magallanes, Continente. *Agricultura Técnica (Chile)* 34 (3): 116–136.
- TISDALE, S.L. and NELSON, W.L. 1968. *Soil Fertility and Fertilizers.* The Mac Millan Company, New York. 694 p.

* La información contenida en estos documentos es accesible sólo a través de sus autores o de autoridades del INIA.