

EFFECTO DE LA EXCLUSIÓN DEL PASTOREO SOBRE EL SUBSISTEMA SUBTERRÁNEO
DE UN PASTIZAL TEMPLADO HUMEDO¹ /

U. M. DOLL*
V. A. DEREGIBUS*

Summary

The effects of the presence or absence of livestock grazing were studied in three pasture test plots: one under constant grazing, and two kept free from grazing for two and five years respectively. During a one-year cycle, successive samples of biomass were taken from the upper 20 cm of the soil profile. The biomass values thus obtained were extrapolated to the rest of the soil profile, and the balance between production and disappearance of biomass was calculated.

The dynamics of the underground and aboveground subsystems of this sub-humid pasture were compared. The former showed a superficial distribution of biomass and marked seasonal changes. The elimination of grazing caused a decline in total biomass, but also an increase in general foliar production.

Introducción

Es ya ampliamente conocida la importancia estructural y funcional del subsistema subterráneo de los ecosistemas naturales (7, 8, 9). La dinámica del compartimiento subterráneo manifiesta una estrecha interrelación con la dinámica del compartimiento aéreo. El subsistema aéreo aporta una gran cantidad de energía por él fijada al subsistema subterráneo y éste es el encargado de suministrar agua, nutrimentos, metabolitos y reguladores y servir de sostén (9). A pesar de estas consideraciones, este último subsistema es relativamente desconocido (5), debido a las dificultades metodológicas que derivan de que no sea visible para su estudio directo.

La mayoría de los pastizales naturales presentan una concentración de su biomasa radical en los horizontes superiores del suelo (3, 10, 18, 38), que evoluciona periódicamente mostrando una marcada estacionalidad (19, 21, 26, 37, 38). Esta estacionalidad es consecuencia de los procesos de producción y desaparición de la materia orgánica, cuyas magnitudes son variables. Para estimar la productividad subterránea se han utilizado diversas metodologías con resultados variables (29, 32, 36), habiendo quienes coinciden en que estas estimaciones subestiman la productividad real mientras que otros opinan lo contrario (39).

La utilización del forraje por grandes herbívoros acentúa el interés de conocer el efecto del pastoreo sobre la dinámica del subsistema subterráneo. La literatura disponible es muy variable y a veces contradictoria, habiéndose señalado un efecto detrimental del pastoreo sobre el subsistema subterráneo (11, 33, 43), pudiendo la respuesta variar (18) o no (3), según la intensidad del pastoreo. Un cuarto tipo de respuesta es el que señala un efecto beneficioso del pastoreo sobre el sistema radical del pastizal (6, 15, 24, 26, 28).

Los estudios realizados en los pastizales de la Depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires) no son una excepción a la situación general planteada. Por ello se realizó este trabajo cuyo objetivo fue analizar

¹ Recibido para publicación el 9 de diciembre de 1985. Este trabajo fue llevado a cabo con el apoyo de una beca otorgada a la primera autora por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, bajo la dirección de A. Soriano. Los autores agradecen a O. Sala y V. Sadras, por sus valiosas sugerencias, y a A. Kröpl, M. Maskaric, Y. Moyano y E. Papi por la colaboración prestada en el trabajo a campo y en laboratorio.

* Cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeográfica, Departamento de Ecología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina.

varios aspectos que hacen a la estructura y el funcionamiento del subsistema subterráneo de un pastizal sometido al pastoreo o excluido a la acción de grandes herbívoros. Con los datos obtenidos se pretende ubicar este pastizal en relación a otros pastizales del mundo según sus características ecológicas.

Materiales y métodos

Los pastizales de la Depresión del Salado ocupan aproximadamente 6×10^6 ha al este de la Provincia de Buenos Aires, entre 32° y 38° S, presentando el aspecto general de una extensa planicie con muy poca pendiente. Pese a las condiciones climáticas templadas y húmedas, con precipitaciones anuales de 900 mm, estos pastizales están sometidos a periódicas inundaciones invierno-primaverales y sequías estivales. Influye en la ocurrencia de estas condiciones extremas una capa impermeable de arcilla expandida a una profundidad de 20-70 cm. El principal uso de los pastizales es el pastoreo durante todo el año, con vacunos, equinos y lanares, con una carga de aproximadamente 0.7 equivalentes vaca/ha⁻¹.

El lugar de estudio está localizado a 200 km al sur de Buenos Aires en una de las comunidades vegetales más conspicuas del área. Los estudios se realizaron en situaciones de pastoreo continuo y de exclusión del pastoreo durante dos y cinco años.

En nueve oportunidades durante el ciclo 1981/1982, se ubicaron dos parcelas de 0.5 m² en cada una de las situaciones estudiadas. En cada parcela se extrajeron entre 3-6 cilindros de suelo de 6 cm de diámetro y 20 cm de profundidad, horizonte en el que se encuentra el 77% de las raíces (41). Los cilindros de tierra fueron divididos en dos segmentos de 10 cm, transportados al laboratorio y conservados en congeladora hasta su procesamiento. El material se lavó sobre tamices de 14 mallas por cm, bajo una lluvia a presión, colocándolo en bolsitas de nylon (de aproximadamente 25 mallas por cm). Posteriormente los bulbos y rizomas fueron separados de las raíces y el material secado en estufa a 70°C hasta peso constante.

Por considerarse que la masa de raíces contenía gran cantidad de material orgánico no identificable, a los promedios de biomasa de cada fecha y situación, se les restó un 50% de los valores para el horizonte superior y un 25% en el horizonte inferior. Esta fracción fue determinada por Becco *et al.* (4) en un pastizal muy similar al estudiado y corresponde a restos vegetales, pequeñas concreciones y otras partículas. Los valores de biomasa radical así calculados, se multiplicaron por el factor 1.3 a fin de extrapolarlos a los 70 cm superiores del suelo, bajo los cuales sólo se

encontraron vestigios de raíces (41). Considerando que sólo una parte de la biomasa radical así calculada estaba viva, también se estimó la fitomasa radical funcional con base en las regresiones propuestas por Becco *et al.* (4).

El balance entre la producción y la desaparición de biomasa subterránea se calculó con base en la suma de los incrementos positivos y negativos entre fechas sucesivas para cada estrato del perfil (29). Con el objeto de estimar la tasa de recambio, se dividió la sumatoria de las diferencias positivas entre cosechas por el valor máximo de biomasa para cada situación (10). Para obtener relaciones que permiten realizar comparaciones con diversos pastizales del mundo, se utilizaron valores de producción primaria y senescencia aérea, calculados sobre datos de biomasa aérea obtenidos en años anteriores en el mismo lugar y en situaciones similares por Ares y Trabucco (2), Fonseca *et al.* (16) y Sala *et al.* (30). Se asumió que era altamente probable una similitud de los datos con aquellos que se hubieran obtenido en el ciclo 1981/1982, debido a las características climáticas semejantes. Los cálculos se realizaron mediante la fórmula propuesta por Sala *et al.* (31). Los valores de biomasa de los distintos compartimientos, la producción y senescencia aérea y los balances entre producción y desaparición subterránea fueron transformados, multiplicando cada valor por el factor 16.95 kJ/g materia seca, para simular con ellos compartimientos energéticos y flujos de energía (37).

El análisis estadístico de los datos de biomasa se realizó mediante el método del análisis de la varianza (23). Como la variabilidad entre muestras fue mayor que entre parcelas ($\alpha = 0.05$), se utilizaron las muestras como repeticiones independientes. Una vez comprobada la significancia de las diferencias observadas, se compararon las medias mediante la prueba de Tuckey (40).

Resultados y discusión

El 83% del total de la biomasa subterránea contenida en los 20 cm superiores del perfil, se ubica en el estrato que va de 0 a 10 cm de profundidad (Fig. 1), indicando la distribución muy superficial de la misma y corroborando observaciones realizadas en un estudio anterior (32). En este horizonte superficial el 8.7% de la biomasa (7% de la fitomasa subterránea cosechada en los 20 cm superiores del perfil) corresponde al compartimiento bulbos + rizomas (Fig. 1). Este compartimiento presenta una gran variabilidad entre cosechas y situaciones, asociada probablemente a una distribución heterogénea en el pastizal de las especies que poseen estos órganos.

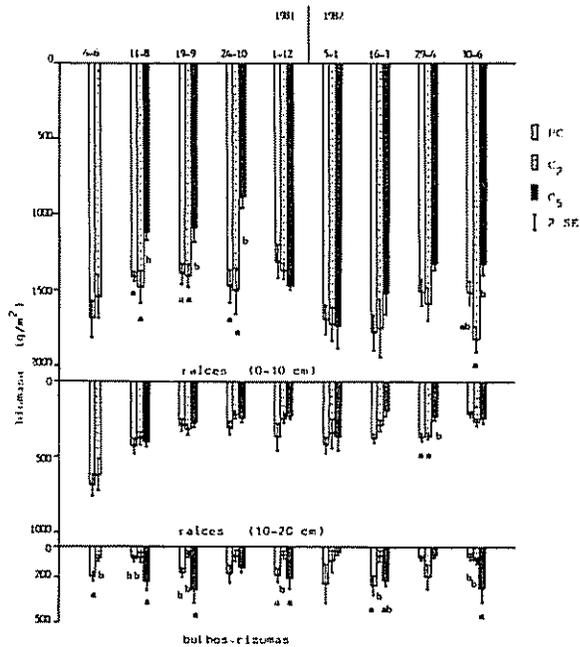


Fig. 1. Partición de la biomasa subterránea en distintos componentes y estratos del perfil, en áreas clausuradas al pastoreo durante dos (C_2) y cinco (C_5) años y en el pastizal bajo pastoreo continuo (PC) (estos valores no fueron modificados por los coeficientes estimados por Becco *et al* (4); SE = error standard). Distintas letras en las columnas de cada cosecha, indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para esa fecha ($\alpha = 0.05$).

La evolución anual de la biomasa subterránea muestra una marcada estacionalidad, observándose en verano la mayor biomasa radical y a fines de invierno y comienzos de la primavera los valores mínimos (Fig. 1). Las diferencias medidas entre los picos máximos y mínimos, son estadísticamente significativas ($\alpha = 0.05$) para cada una de las situaciones estudiadas del pastizal.

El balance entre la producción y la desaparición de la biomasa radical, es el resultado de procesos simultáneos cuyas magnitudes reales se desconocen pero que muestran una marcada estacionalidad (Fig. 2). A fines de primavera y principios de verano ocurren los momentos de mayor balance positivo y, en invierno y principios de primavera, los de mayor balance negativo. Comparando estos ritmos con la productividad aérea estimada en años anteriores (14, 31), se observa una coincidencia entre los momentos de mayor balance positivo para el sistema subterráneo con los momentos de máxima productividad aérea, mientras que las épocas de mayor balance negativo lo hacen con los momentos de mínima productividad aérea (Fig. 2). Este es un hecho coincidente con los datos comunicados para los más variados pastizales del mundo, precediendo muchas veces el momento de máximo creci-

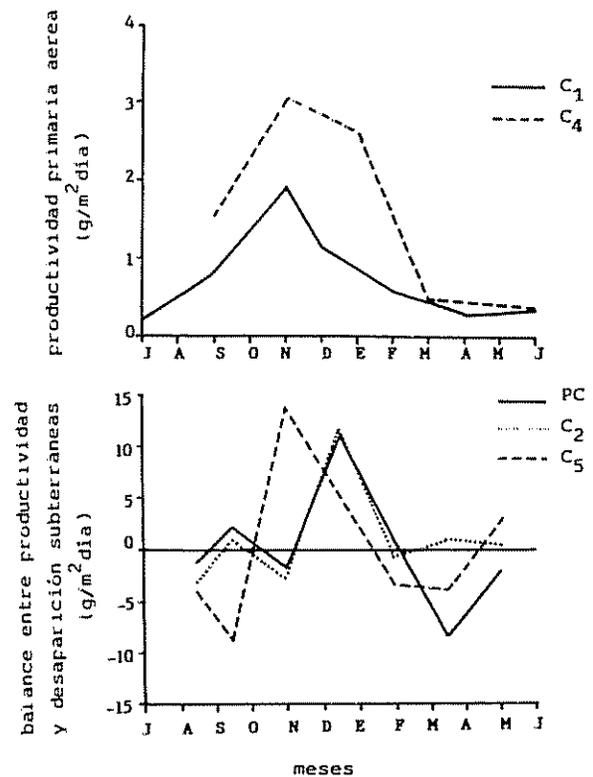


Fig. 2. Balance entre productividad y desaparición de biomasa subterránea en áreas clausuradas al pastoreo durante dos (C_2) y cinco (C_5) años y en el pastizal bajo pastoreo continuo (PC) y productividad primaria neta aérea en áreas clausuradas al pastoreo durante un (C_1) (14) y cuatro (C_4) (31) años.

miento radical al momento de máxima productividad aérea (1, 11, 13).

La supresión del pastoreo determinó variaciones en la biomasa subterránea, la que fue, durante gran parte del ciclo, significativamente menor en el área clausurada al pastoreo durante cinco años, que en aquella bajo pastoreo continuo o clausurada recientemente (Fig. 1). Dos hipótesis podrían explicar este hecho. En primer lugar, los cambios florísticos que suceden por la acción del ganado y que se traducen en un aumento de las planófilas en detrimento de las erectófilas (22), pueden responder a distintas estrategias como resultado de la adaptación de las poblaciones a esta acción (17), por lo que se benefician aquellas con una mayor biomasa en sus raíces (26). En segundo lugar, probables variaciones en las propiedades físicas del suelo y una menor cobertura vegetal, resultantes de la acción del ganado, disminuyen la disponibilidad de agua del suelo (Moyano, comunicación personal). Este hecho podría determinar una menor actividad de los descomponedores (20, 26, 42), por lo cual la biomasa subterránea del pastizal pastoreado se acumularía por más tiempo (Fig. 1).

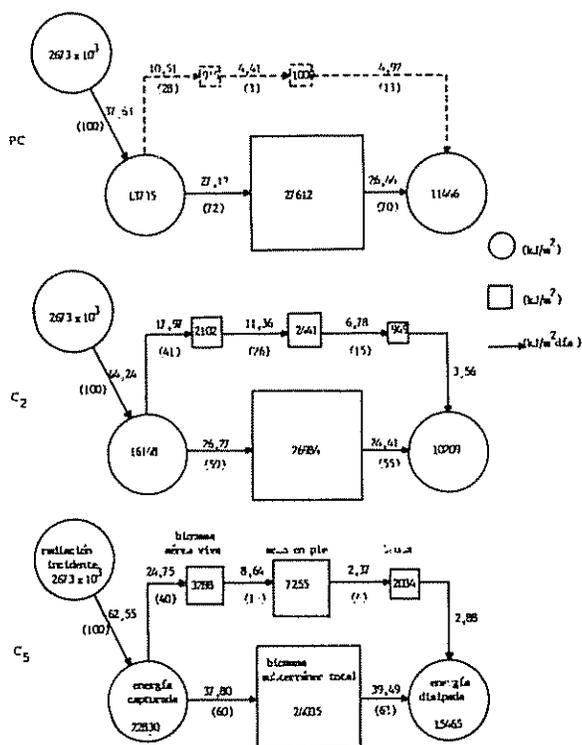


Fig. 3. Diagrama de flujo de la energía en áreas clausuradas al pastoreo durante dos (C₂) y cinco (C₅) años en el pastizal bajo pastoreo continuo (PC). Los valores en las cajas rectangulares son promedios de biomasa de los distintos compartimentos de los productores primarios, los valores en las cajas circulares son entradas y salidas de energía al sistema, los valores sobre las flechas son flujos diarios de energía, y los valores entre paréntesis debajo de las flechas son flujos diarios de energía expresados como porcentajes de la energía capturada por los productores primarios (biomasa subterránea contenida en 70 cm de profundidad del perfil; los valores de biomasa radical fueron transformados por los coeficientes estimados por Becco *et al.* (4); los trazos punteados indican que se desconoce la cantidad de material cosechado por los animales en pastoreo).

El pastoreo también afectó la estacionalidad del balance entre producción y desaparición, atrasando el momento de mayor balance positivo con respecto a la situación de clausura prolongada (Fig. 2). Este corrimiento del pico de productividad neta subterránea no fue acompañado por variaciones en la productividad primaria neta aérea (Fig. 2)

Los balances positivos hallados entre cosechas permitieron estimar producciones subterráneas anuales entre $564 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ y $815 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ (Cuadro 1). Con esos valores se calcularon las tasas de recambio, según las cuales el pastizal tardaría tres años para renovar su subsistema subterráneo en la situación bajo pastoreo y sólo dos años en la situación en que fue excluido el pastoreo (Cuadro 1). Las producciones

subterráneas y las tasas de recambio calculadas se asemejan a los valores encontrados por varios autores estadounidenses en pastizales de fisonomías y condiciones edáficas y climáticas semejantes a los del pastizal estudiado (10, 20, 21, 29, 36).

La disminución de la producción subterránea y de la tasa de recambio como consecuencia de la acción del ganado, contrasta con lo observado por varios autores (28, 29, 36) y a su vez contradicen las tendencias halladas en un estudio anterior realizado en el mismo pastizal (32). Probablemente la metodología utilizada para su cálculo, que enmascara la productividad real (39), favorece dichas discrepancias.

El pastoreo también afecta la partición de recursos energéticos entre los subsistemas aéreo y subterráneo del pastizal. Dicha participación se calculó mediante la relación: biomasa subterránea total/biomasa aérea total y biomasa subterránea nueva/biomasa aérea verde. Para ello se utilizaron datos de biomasa aérea obtenidos en el mismo lugar por otros autores (2, 16, 30) y los coeficientes determinados por Becco *et al.* (4). Las relaciones halladas muestran una disminución en la supremacía del sistema subterráneo al aumentar el periodo de exclusión del pastoreo (Cuadro 2). Resulta interesante remarcar que los atributos medidos en el pastizal clausurado por un periodo de dos años, muestran tendencias intermedias entre los de las otras dos situaciones analizadas.

Aspectos fenotípicos, florísticos y funcionales podrían explicar las modificaciones observadas en la relación raíz/tallo, como consecuencia de clausurar el pastizal e impedir el pastoreo de grandes herbívoros. En primer lugar la relación raíz/tallo sería una característica fijada genéticamente, cuya expresión podría ser modificada por factores ambientales. Cuando estos se tornan desfavorables para las plantas (bajas temperaturas, deficiencias hídricas, incendios, pastoreo), las plantas responden incrementando su relación raíz/tallo (11, 44). Segundo, el impacto que sucesivas defoliaciones tienen sobre el vigor y la supervivencia de las plantas, determinarían los cambios florísticos que ocurren en las áreas continuamente pastoreadas (22) favoreciendo a las especies con menor proporción de tallo. Estas dos razones determinarían que, al incrementarse la productividad total en el sistema clausurado, se produzca el aumento de la biomasa aérea y una leve disminución de la biomasa radical (Fig. 3). Este hecho, que también fuera observado en diagramas de energía similares (37), se debería a una acumulación diferencial en los distintos compartimientos según el pastizal sea pastoreado o no. En las dos situaciones de clausura, nuestras estimaciones muestran una participación de energía al compartimiento aéreo similar (aproximadamente 40% del to-

Cuadro 1. Biomasa subterránea máxima, producción neta subterránea y tasa de recambio de la biomasa subterránea total, en áreas clausuradas al pastoreo durante dos (C_2) y cinco (C_5) años y en el pastizal bajo pastoreo continuo (PC) (biomasa contenida en 70 cm de profundidad d

Tratamiento del pastizal	Valor máximo (g/m^2)	Producción neta subterránea (g/m^2 año)	Tasa de recambio
PC	1 947	585	0.30
C_2	1 755	564	0.32
C_5	1 715	815	0.48

Cuadro 2. Estimación de la relación: raíz/tallo, en áreas clausuradas al pastoreo durante dos (C_2) y cinco (C_5) años y en el pastizal bajo pastoreo continuo (PC) (biomasa radical contenida en 70 cm de profundidad del perfil; los valores de biomasa radical fueron modificados por los coeficientes estimados por Becco *et al.* (4); los datos de biomasa aérea fueron obtenidos en años anteriores por Ares y Trabucco (2), Fonseca *et al.* (16) y Sala *et al.* (30)).

Tratamiento del pastizal	Biomasa subterránea total (A)	Biomasa radical nueva (B)	Biomasa aérea total (C)	Verde aéreo (D)	(A)/(C)	(B)/(D)
	g/m^2					
PC	1 629	262	132	59	12.34	4.44
C_2	1 592	253	271	136	5.87	1.86
C_5	1 418	226	722	194	1.96	1.16

tal), mientras que en el área pastoreada el compartimiento aéreo recibiría una proporción 30% menor de la energía disponible (28% del total) (Fig. 3). Por ser similares los flujos de entrada y salida del compartimiento subterráneo, su biomasa no sufriría modificaciones importantes, mientras que la biomasa aérea se iría acumulando (Fig. 3).

Esta partición diferencial de los recursos energéticos en el pastizal estudiado, posibilita su comparación con otros de distintas condiciones ecológicas. Las relaciones: biomasa subterránea nueva/biomasa aérea verde calculadas (Cuadro 2), permiten definir al pastizal de la Depresión del Salado como cálido y húmedo y lo ubican en una posición central dentro de la escala de 2 a 6 propuesta por Sims *et al.* (34). En un extremo de la misma, se ubicarían los pastizales más cálidos y húmedos, con valores cercanos o menores que la unidad (19-27) y en el otro extremo, los pastizales fríos, con relaciones raíz/tallo superiores a 6 (12, 34).

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en este estudio, puede asegurarse que el subsistema subterráneo del pastizal de la Depresión del Salado con una distri-

bución superficial de la biomasa y una marcada estacionalidad, recibe una importante cantidad de energía, variable según se encuentre pastoreado o no. Es muy probable que esta elevada inversión energética en el sistema subterráneo represente una estrategia que le garantice una alta resiliencia al pastizal (15), teniendo en cuenta que no sólo se encuentra sometido al efecto del pastoreo, sino también a condiciones de extrema sequía y frecuentes inundaciones.

Resumen

Se estudió el efecto de la exclusión del pastoreo sobre el subsistema subterráneo en un pastizal sometido a pastoreo continuo y en áreas excluidas del pastoreo de grandes herbívoros durante dos y cinco años. A lo largo de un ciclo se realizaron cosechas sucesivas de la biomasa contenida en los 20 cm superiores del perfil. Los valores de biomasa se extrapolaron al resto del perfil (70 cm) y se calculó el balance entre producción y desaparición de biomasa mediante la suma de los incrementos positivos y negativos entre fechas sucesivas para cada estrato del perfil.

El subsistema subterráneo del pastizal subhúmedo mostró una distribución superficial de la biomasa y una marcada estacionalidad. El efecto de la exclusión

del ganado fue una disminución de la biomasa y un aumento de la producción. La dinámica del subsistema subterráneo también fue comparada con la dinámica del subsistema aéreo del pastizal

Literatura citada

- 1 ARES, J. 1976 Dynamics of the root system of blue grama. *Journal Range Management* 29: 208-213
- 2 ARES, J.; R. TRABUCCO. 1976 La productividad de un pastizal en el partido de Pila. Comisión de Investigaciones Científicas. La Plata (Argentina). *Monografías* 6:39-67
- 3 BARTOS, D.L.; P.L. SIMS. 1974 Root dynamics of a shortgrass ecosystem. *Journal of Range Management* 27:33-36
- 4 BECCO, C.A.; V.A. DEREGIBUS; R.J.C. LEON. 1982 Estructura y funcionamiento de la fitomasa subterránea en dos comunidades vegetales y sus respectivas comunidades de reemplazo en la Depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires). Trabajo de Intensificación. Facultad de Agronomía, UBA, Argentina
- 5 BÖHM, W. 1979 Methods of studying root systems. Springer-Verlag, Berlin. 200 p.
- 6 BUWAI, M.; M.J. TRILICA. 1977 Defoliation effects on root weights and total nonstructural carbohydrates of blue grama and western wheatgrass. *Crop Science* 17:15-17
- 7 CALDWELL, M.M. 1979 Root structure: the considerable cost of below-ground function. In *Topics in population biology*. Ed by Solbrig, O.T., Jain, Johnson, G.B., Raven, P.H. Columbia University Press, N.Y. p. 409-427.
- 8 CARSON, E.W. 1974 The plant root and its environment. University Press Virginia, Charlottesville, 691 p.
- 9 COLEMAN, D.C. 1976 A review of root production processes and their influence on soil biota in terrestrial ecosystems. In *The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes*. Ed by Anderson, J.M.; Macfadyen, A. Blackwell Science Publication Oxford, p. 417-434.
- 10 DAHLMAN, R.; C.L. KUCERA. 1965 Root productivity and turnover in native prairie. *Ecology* 46:84-89
- 11 DAVIDSON, R.L. 1978 Comparative ecophysiology: Root systems-the forgotten component of pastures. In *Plant relation in pastures*. Ed by Wilson, J.R. CSIRO, Australia. p. 86-94.
- 12 DENNIS, J.G. 1977 Distribution patterns of belowground standing crops in Arctic Tundra at Barrow, Alaska. In *The belowground ecosystem: a synthesis of plant-associated processes*. Ed by Marshall, J.K. Range Sciences Serie No. 26, Colorado State University, Fort Collins, Colorado. p. 53-71.
- 13 DEREGIBUS, V.A.; U.M. DOLL; E. D'ANGELA; A. KRÖPEL; A. FRASCHINA. 1982 Aspectos ecofisiológicos de dos forrajeras estivales de los pastizales de la Depresión del Salado (*Paspalum dilatatum* Poir. y *Bothriochloa laguroides* DC). *Revista Facultad Agronomía* 3:57-74
- 14 DEREGIBUS, V.A.; CAUHEPE, M.A. 1983 Pastizales naturales de la Depresión del Salado: Utilización basada en conceptos ecológicos. *Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA*. 18:47-78
- 15 DICKINSON, N.M., POLWART, A. 1982. The effect of mowing regime on an amenity grassland ecosystem: above-ground and below-ground components. *Journal Applied Ecology* 19:569-78
- 16 FONSECA, E.A.; GOBBEE, E.E.; SALA, O.E. 1976. Estimación de la biomasa aérea de un pastizal natural de la Depresión del Salado. Comisión de Investigaciones Científicas. La Plata (Argentina). *Monografías* 6:11-29
- 17 HARPER, J.L. 1977 The population biology of plants. Academic Press, London. 892 p.
- 18 HOLECHEK, J.L. 1982 Root biomass on native range and mine spoils in southeastern Montana. *Journal of Range Management* 35:185-187
- 19 JAIN, S.K. 1980 Total phytomass, net community productivity and system transfer functions in sub-humid grasslands at Sagar (M.P.) India. *Flora* 170:251-260

20. KUCERA, C.L.; DAHLMAN, R.C.; KOELLING, M.R. 1967. Total net productivity and turnover on an energy basis for tallgrass Ecology 48:536-541.
21. LAUENROTH, W.K.; WHITMAN, W.C. Dynamics of dry matter production in a mixed-grass prairie in western North Dakota. Oecologia 27:339-351.
22. LEON, R.J.C.; RUSCH, G.M.; OESTERHELD, M. 1984. Pastizales pampeanos - impacto agropecuario Phytocoenologia 12:201-218.
23. LISON, L. 1976. Estadística aplicada a la biología experimental EUDEBA. Buenos Aires 357 p.
24. LORENZ, R.J.; ROGLER, G.A. 1967. Grazing and fertilization affect root development of range grasses. Journal of Range Management 20:129-132.
25. LORENZ, R.J. 1977. Changes in root weight and distribution in response to fertilization and harvest treatment of mixed prairie. In The belowground ecosystem: a synthesis of plant-associated processes. Ed. by Marshall, J.K. Range Science Serie No. 26, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, p. 63-71.
26. MARSHALL, J.K. 1977. Biomass and production partitioning in response to environment in some North American grasslands. In The belowground ecosystem: a synthesis of plant-associated processes. Range Science Serie No. 26, Colorado State University, Fort Collins, Colorado. p. 73-84.
27. NOY-MEIR, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. Annual Review Ecology System 4:25-52.
28. PEARSON, L.C. 1965. Primary production in grazed and ungrazed desert communities of eastern Idaho. Ecology 46:278-285.
29. RISSER, P.G.; BIRNEY, E.C.; BLOCKER, H.D.; MAY, S.W.; PARTON, W.J.; WIENS, J.A. 1981. The true prairie ecosystem. US/IBP Synt. Ser. 16. Hutchinson Ross Publ. Comp., Stroudsburg, Pennsylvania. 557 p.
30. SALA, O.E.; DEREGBUS, V.A.; SCHLICHTER, T.; ALIPPE, H. Productividad primaria neta aérea de un pastizal de la Depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires). Comisión de Investigaciones Científicas. La Plata (Argentina) Monografías 8:3-38.
31. SALA, O.E.; DEREGBUS, V.A.; SCHLICHTER, T.; ALIPPE, H. 1981. Productivity dynamics of a native temperate grassland in Argentina. Journal of Range Management 34:48-51.
32. SALA, O.E. 1985. The structure and function. In Natural grasslands of South America. Ed. by Soriano, A. Also In Grassland ecosystems of the world. Ed. by Coupland, R.T. Vol. 8. Elsevier Science Publication Company, Amsterdam, The Netherlands. En prensa.
33. SCHUSTER, J.L. 1964. Root development of native plants under three grazing intensities. Ecology 45:63-70.
34. SIMS, P.L.; SINGH, J.S.; LAUENROTH, W.K. 1978. The structure and function of ten western North American grasslands. I. Abiotic and vegetational characteristics. Journal Ecology 66:251-285.
35. SIMS, P.L.; SINGH, J.S. 1978. The structure and function of ten western North American grasslands. II. Intra-seasonal dynamics in primary producer compartments. Journal Ecology 66:547-572.
36. SIMS, P.L.; SINGH, J.S. 1978. The structure and function of ten western North American grasslands. III. Net primary production, turnover and efficiencies of energy capture and water use. Journal Ecology 66:573-597.
37. SIMS, P.L.; SINGH, J.S. 1978. The structure and function of ten western North American grasslands. IV. Compartmental transfers and energy flow within the ecosystem. Journal Ecology 66:983-1009.
38. SINGH, J.S.; COLEMAN, D.C. 1977. Evaluation of functional root biomass and translocation of photoassimilated ^{14}C in shortgrass prairie ecosystem. In The belowground ecosystem: a synthesis of plant-associated processes. Ed. by Marshall, J.K. Range Science Serie No. 26, Colorado State University, Fort Collins, Colorado. p. 123-131.
39. SINGH, J.S.; LAUENROTH, W.K.; HUNT, H.W.; SWIFT, D.M. 1984. Bias and random errors in estimators of net root production: A simulation approach. Ecology 65:1760-1764.

40. SOKAL, R.R.; ROHLF, R.J. 1969. *Biometry*. The principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman and Comp., San Francisco. 776 p.
41. SORIANO, A.; ALIPE, H.; DEREGIBUS, V.A.; LEMCOFF, J.H.; LEON, R.J.C.; SALA, O.C.; T. SCHLICHTER; R. TRABUCCO 1977. Ecología de los pastizales de la Depresión del Salado. *Ac. Nac. de Agr. y Vet.* 21:5-18.
42. VAN VEEN, J.A.; PAUL, E.A. 1981. Organic carbon dynamics in grassland soils. I. Background information and computer simulation. *Canadian Journal of Soil Science* 61: 185-201.
43. WEAVER, J.E. 1950. Effects of different intensities of grazing on depth and quantity of roots of grasses. *Journal of Range Management* 3:100-113.
44. WERGER, M.J.A. 1983. Wurzel/Spross-Verhältnis als Merkmal der Pflanzenstrategie. In *Wurzelökologie und ihre Nutzenanwendung*. Ed. by Böhm, W., L. Kutschera, E. Lichtenegger. Int. Symp. Gumpenstein, 1982. Bundesanstalt Gumpenstein, A-8952 Irnding. 775 p.

Notas y comentarios

Repelente perfumado

Los repelentes de insectos tienen un gran inconveniente: son hediondos. El untarse la cara, cuello y brazos con grasa rancia de búfalo, como hacían los colonizadores de las praderas norteamericanas, puede hacer que los mosquitos huyan de uno, pero también lo harán las muchachas a las que uno se acerque. Sin embargo, hay una alternativa que es tan dulce que se ha usado por mucho tiempo como perfume.

La fragancia de la madera del cedro levantino, (*Cedrus*, fam. Pinaceae) es agradable, segura y barata. La industria del jabón la extrae en grandes cantidades de la viruta del cedro del Himalaya, o "deodar" (*Cedrus deodara*). No se debe confundir estos cedros del Viejo Mundo con los numerosos árboles americanos que poseen el nombre vulgar de cedro (varias especies de *Cedrela*, Meliaceae y otras de las familias

leguminosas y juglandáceas). Además de su fragancia, el aceite de deodar inhibe a las polillas y gorgojos que mastican la ropa y las alfombras. Nadie, sin embargo, lo había probado contra insectos vectores de enfermedades, hasta que tres científicos hindúes fumigaron zancudos adultos de la India (*Anopheles stephensis*) con aspersiones de aceite de madera de cedro.

D. Singh, S. M. Rao, y A. K. Tripathi, que trabajan en el Instituto Central de Plantas Medicinales y Aromáticas, en Lucknow (capital del Estado de Uttar Pradesh, India) encontraron que un hálito de menos de uno por ciento de concentración de aceite tumbó patas arriba a los mosquitos (*Naturwissenschaften* Vol. 71, p. 264). Y malas noticias también para los bichos caseros: mata también a las cucarachas y a las moscas domésticas.

El mercado para un insecticida de madera de cedro podría ser inmenso. Uno de los insecticidas más populares en la actualidad es el piretro, y aunque se extrae también de una planta (*Chrysanthemum cinerariifolium*), a menudo deja en el ambiente un olor poco agradable e irritante. Adalberto Gorbitz.