

DINAMICA DE LA BIOMASA Y PRODUCTIVIDAD
PRIMARIA AEREA NETA DE UN PASTIZAL DE
"FLECHILLAS" DE SIERRA DE LA VENTANA.
(BUENOS AIRES, ARGENTINA) ¹

Por J. L. FRANGI, N. E. SANCHEZ, M. G. RONCO, G. S. ROVETTA Y
R. L. VICARI ^{2, 3}

SUMMARY

This paper deals with biomass dynamics of different vegetation compartments, net aerial primary productivity, mortality, litter fall and disappearance of dead material in a mountain grassland of Sierra de la Ventana, an elevated area in the Pampa of Argentina. The floristic composition of the grassland is listed and species frequency recorded. Data on the environment (climate, soils, geology and geomorphology) are also indicated.

INTRODUCCION

El estudio de la estructura y dinámica de los ecosistemas de pastizal constituyen un tema de investigación de gran interés teórico y aplicado.

El conocimiento de la composición cualitativa y cuantitativa de los compartimientos constituyentes de esos sistemas ecológicos y de los flujos entre dichos compartimientos, permiten saber en detalle la forma en que dichos sistemas están organizados y el grado de estabilidad que han alcanzado.

¹ Convenio Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata-Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires. Trabajo realizado con un subsidio del M.A.A. y del CONICET.

² Cátedra de Pastizales y Estepas, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata. Paseo del Bosque s/nº, 1900 La Plata, República Argentina.

³ Dedicamos este trabajo al Dr. Angel L. Cabrera, quien desde sus Cátedras y desde el Herbario del Museo de La Plata, nos ha estimulado el interés por la botánica; y nos ha guiado en tareas de investigación con su sencillez habitual y cálida amistad.

Aceptado para su publicación: 5-VII-79.

La composición florística del pastizal, la composición y dinámica de la biomasa, los modelos y magnitud de la producción, las características del medio ambiente, etc., son elementos útiles en la planificación del uso racional de los recursos que el sistema aporta, y el análisis de aquéllos constituye el objetivo básico perseguido en este trabajo.

Los estudios detallados de productividad de pastizales naturales, son de desarrollo incipiente en nuestro país. En la provincia de Buenos Aires, hay contribuciones recientes sobre pastizales de la Depresión del Salado (Fonseca, Gobeé y Sala, 1975; Berzal y Ares, 1975; Ares y Trabucco, 1975).

Con este trabajo se hace un aporte al conocimiento de pastizales de la Sierra de la Ventana (Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires).

EL MEDIO AMBIENTE

Las Sierras Australes conforman una compleja estructura de plegamiento que poseen un rumbo general NW-SE y se encuentran ubicadas al N y NE de Bahía Blanca. En la parte central de las mismas se halla la Sierra de la Ventana (Cerro de la Ventana 1.136 m s.m., Tres picos 1.247 m s.m.), que se extiende desde las proximidades de Tornquist hasta cerca de la localidad de Estomba. Su relieve es generalmente abrupto y están surcadas por valles transversales que reciben localmente el nombre de "abras".

La geología de las Sierras Australes ha sido motivo de numerosas investigaciones. Cabe citar aquí los siguientes trabajos: Harrington, 1947, 1972; Suero, 1957, 1972; Kilmurray, 1975; Relatorio-Geología de la Provincia de Buenos Aires, 1975; Reunión sobre Geología de las Sierras Australes, 1971.

El "stand" de pastizal estudiado se encuentra ubicado en la bajada pedemontana proximal, dentro de la Reserva Integral La Blanqueada (38° 1' LS, 61° 58' Long. WG), perteneciente a la Dirección de Recursos Naturales del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires.

La altitud en el lugar es de 550 m s.m. y la exposición ENE con una pendiente del 5-8 %. La roca de base puede asignarse a la Formación Lolén (Devónico Inferior) (Harrington, 1947), cubierta en la superficie por sedimentos cuaternarios cólicos y aluviales de poco espesor sobre los que se desarrollan los suelos.

Los suelos de las Sierras Australes fueron estudiados por Cappannini, Scoppa y Vargas Gil (1971) y en lo que se refiere al ámbito serrano propiamente dicho, han sido descriptos como suelos Hapludol lítico y Argiudol lítico según la 7ª Aproximación norteamericana.

Para este trabajo fueron observados en la clausura tres perfiles cuya descripción se acompaña. Los tres suelos corresponden

TABLA 1. *Datos analíticos de los perfiles de suelos*

PERFIL N°		1		2			3			
HORIZONTE		A 1	A 2	A 1	B 2	B 3	A 1	B 21	B 22	B 3
PROFUNDIDAD (cm.)		0-14	14-31	0-21	21-33	33-40	0-23	23-44	44-66	66-84
pH (pasta)		5.7	5.7	5.8	5.95	5.95	5.5	6.2	6.9	7.1
RESISTENCIA (pasta) (N)		1500	1450	1050	1150	1000	800	350	300	200
Composición granulométrica (%)	ARCILLA < 2 μ	11.8	16.8	15.8	21.2	22.6	16.8	44.2	45.0	42.6
	LIMO 2-50 μ	40.4	35.6	43.8	31.0	27.4	41.8	31.0	34.6	30.0
	ARENA 50-2000 μ	47.8	47.6	40.4	47.8	50.0	41.4	24.8	20.4	27.4
C org (%)		4.59	2.47	4.29	2.31	1.38	5.73	1.27	0.92	0.27
N total (%)		0.399	0.214	0.289	0.189	0.127	0.490	0.115	0.090	0.044
C/N		11	12	15	12	11	12	11	10	6
M.O. (%)		7.89	4.25	7.38	3.97	2.37	9.86	2.18	1.58	0.46
C.I.C. meq./100		32.90	26.60	31.60	18.00	20.90	31.50	34.90	34.80	32.50
Bases de Intercambio meq/100	Ca ⁺⁺	13.75	11.50	15.00	11.25	11.25	16.25	18.75	19.37	21.25
	Mg ⁺⁺	2.5	1.0	3.0	2.5	2.0	1.25	1.25	3.13	1.25
	Na ⁺	1.45	1.26	2.35	1.40	1.41	1.41	2.02	2.43	2.72
	K ⁺	1.25	1.00	1.50	0.75	0.82	2.05	1.70	1.77	1.85
SATURACION CON BASES (%)		5.8	5.5	6.9	8.8	7.4	6.7	6.8	7.7	8.4
SATURACION CON AGUA (%)		61.50	49.70	49.80	35.00	34.60	61.20	57.90	62.00	49.10
DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)		0.85	1.22	0.99	--	--	--	--	--	--

a posiciones consecutivamente más bajas de una toposecuencia que sigue el gradiente principal del terreno.

Los dos primeros perfiles constituyen el sustrato más generalizado en la clausura; el tercero, en cambio, es un suelo marginal para la comunidad estudiada, y de contacto con un pajonal de "paja colorada" (*Paspalum quadrifarium*).

Perfil N° 1

A11. 0-14 cm; negro (10 YR 2/1) en húmedo; franco; estructura granular con tendencia a migajosa; friable, ligeramente plástico, no adhesivo; raíces abundantes; límite claro y suave.

A12. 14-31 cm; pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo; franco gravilloso; bloques subangulares finos muy débiles; friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; límite abrupto.

IIR. 31 a más; esquistoso.

Perfil N° 2

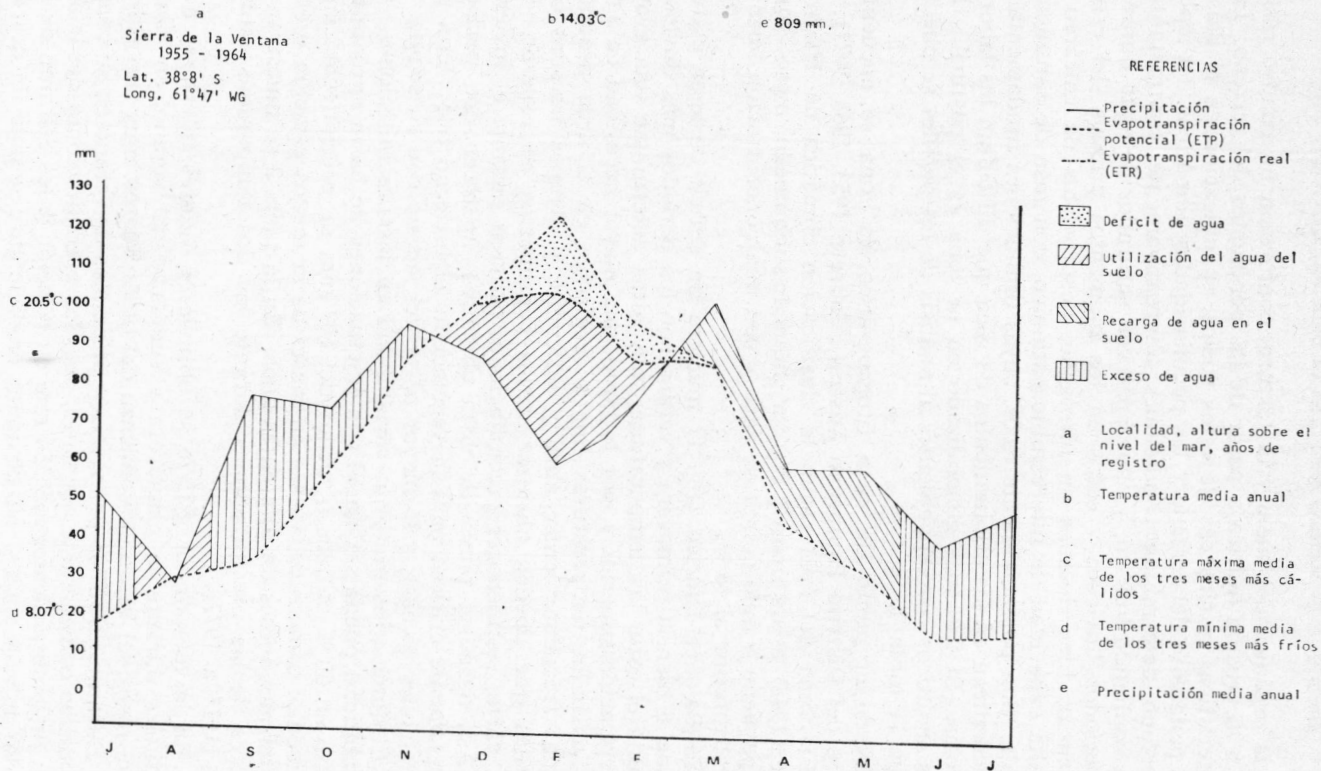
- A1. 0-21 cm; pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo; franco; granular con tendencia a migajosa, fina, débil; friable, no plástico, ligeramente adhesivo; raíces abundantes; límite claro y suave.
- B2. 21-33 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; franco gravilloso; bloques subangulares medios y débiles; friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces moderadas; algunos cutanes en las caras verticales de los agregados; gravillas subredondeadas donde predomina el cuarzo; límite gradual y suave.
- B3. 33-40 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; franco arcillo arenoso gravilloso; bloques subangulares medios y débiles; friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; escasas raíces; gravas abundantes; límite abrupto.
- IIR. 40 a más esquistoso.

Perfil N° 3

- A1. 0-23 cm; gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo; franco; bloques subangulares finos y medios; débiles con tendencia a granular; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; abundantes raíces; límite claro y suave.
- B21. 23-44 cm; pardo muy oscuro (10 YR 2/2); arcilloso; bloques subangulares medios, moderados; ligeramente firme, ligeramente plástico y adhesivo; barnices escasos, débiles y discontinuos en las caras verticales de los agregados; raíces moderadas; límite gradual y suave.
- B22. 44-66 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; arcilloso; bloques subangulares medios; moderados; firme, plástico y adhesivo a barnices escasos, débiles y discontinuos en las caras verticales de los agregados; raíces moderadas; límite claro y suave.
- B3. 66-84 cm a más; pardo a pardo oscuro (7,5 YR 4/4) en húmedo; arcillo gravilloso; bloques subangulares medios, moderados con tendencia a masivo; muy firme, plástico y adhesivo.

En general los suelos de mayor difusión dentro de la clausura son someros, bien drenados a muy bien drenados, y con una media a elevada capacidad de retención de agua. Las texturas de los mismos son medias a finas, pero casi siempre con gravillas en los horizontes subsuperficiales; son de colores oscuros y están bien estructurados. Su reacción es de moderada a ligeramente ácida y neutra. El contenido de materia orgánica en los horizontes superficiales es muy alto (superior al 7 %). La cobertura vegetal, el contenido de

Fig. 1.—Balance hidrológico.



materia orgánica del suelo y la textura, conforman un cuadro resistente a la erosión hídrica a pesar de las pendientes del terreno. Las características intrínsecas de estos suelos, su ubicación en el paisaje, la pendiente del terreno y las peculiaridades climáticas del ámbito serrano determinan condiciones alternativamente contrastantes en su contenido hídrico; ya que aparecen saturados de agua durante los períodos lluviosos y secos en los momentos críticos del estío. Son suelos bien dotados en nitrógeno, desprovistos de calcáreo y con alta capacidad de intercambio catiónico, con tasa de saturación elevada. Son potencialmente ricos, cuyas limitaciones fundamentales se encuentran en los afloramientos de roca que dificultan las labores agrícolas. El uso más generalizado en la zona es el pasturil. Los datos analíticos correspondientes al análisis de los perfiles se pueden ver en la tabla 1.

Desde el punto de vista fitogeográfico, la zona se encuentra dentro del Distrito Pampeano Austral (Cabrera 1953, 1968, 1971).

El clima del área según la clasificación climática de Thornthwaite (1948) es de tipo $C_2 B'_2 r a'$, húmedo-subhúmedo, mesotermal, con pequeño o nulo déficit de agua y con una concentración térmica estival inferior al 48 %.

El Balance Hídrico (fig. 1) muestra un déficit de agua estival, ya que si bien la primavera y verano son los períodos más lluviosos, durante el estío las temperaturas muy altas determinan una evapotranspiración superior y, por lo tanto, una mayor necesidad de agua.

Las bajas temperaturas que se registran en el área producen heladas frecuentes entre abril y setiembre y algunas nevadas ocasionales que pueden alcanzar varios centímetros de espesor. Por otra parte, las menores precipitaciones ocurren durante el invierno.

Así, desde el punto de vista climático, aparecen dos períodos normalmente críticos para la vegetación: el invierno frío y con precipitaciones escasas, y la mayor parte del verano con su sequía.

El clima presenta gran variabilidad en las precipitaciones. Esa variabilidad puede ser anual con fluctuaciones de hasta aproximadamente un 50 % en más o menos del 809 mm de precipitación anual promedio; o mensual, ya sea en meses de la misma estación o entre los mismos meses en diferentes años. En la tabla 2 se muestran los valores de las precipitaciones durante las dos temporadas estudiadas (1975 a 1977).

En la temporada 1975-76 se obtuvieron valores inferiores a los normales durante la primavera y comienzo del verano, en cambio en el resto del verano y comienzo del otoño fueron muy superiores.

Durante 1976-77 la primavera y principios de verano en su conjunto pueden considerarse normales, pues las precipitaciones desde agosto a diciembre alcanzaron 356 mm en relación a los 358 mm de promedio de varios años. No obstante, en diciembre se nota un descenso de las lluvias. Los meses de enero y febrero fueron muy lluviosos

TABLA 2. Cuadro de precipitaciones y ETP de Sierra de la Ventana

MES	Promedio 10 años		1975 - 1976		1976 - 1977	
	ETP	PPTACION	PPTACION	Días con lluvia	PPTACION	Días con lluvia
Agosto	28	27	5,0	4	80,0	9
Setiembre	33	76	34,5	4	3,0	1
Octubre	58	73	57,6	4	137,5	6
Noviembre	86	95	21,3	8	79,0	2
Diciembre	114	87	66,2	7	56,5	6
Enero	124	60	54,3	6	278,0	5
Febrero	97	77	177,8	10	208,0	6
Marzo	87	103	88,5	13	40,0	1
Abril	45	60	151,0	6	24,0	2
Mayo	34	60	6,5	1	10,0	2
Junio	17	41	30,0	4	20,0	1
Julio	18	50	24,0	2	20,0	2

y superaron las necesidades de agua, en tanto el fin del verano y comienzos del otoño fueron menos lluviosos de lo normal.

En la tabla 2 están subrayados los meses en que las precipitaciones están bastante por debajo de las necesidades de agua, con la finalidad de destacar aquellos meses "secos" de los "normales" y "húmedos", ya que en definitiva no son los valores absolutos de las lluvias caídas, sino la relación Precipitación-Evapotranspiración (ETP), la que permite establecer la existencia de agua disponible para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Puede observarse también que el mes de agosto, que aparece en el Balance Hídrico con un pequeño déficit, que se cubre utilizando agua del suelo, puede presentarse como un mes realmente seco o bien húmedo, fluctuando entonces el mes seco entre agosto y setiembre según el año.

Al observar las columnas de ETP y de lluvias se notan dos rasgos salientes.

a) En verano, a pesar de que normalmente es una época con grandes precipitaciones, se presenta un déficit de agua a mediados de la estación.

b) En la temporada 1975-76 el déficit está desplazado hacia la primavera y comienzo del verano, y en la temporada 1976-77 se encuentra a principios del estío y luego se repite a fines del verano y otoño (marzo en adelante).

Las características climáticas descriptas precedentemente, definen las condiciones reinantes durante las dos temporadas estadia-

das dentro del marco climático general del área, y permiten concluir que los resultados obtenidos no corresponden de ninguna manera a una situación promedio. Por lo tanto, los rasgos climáticos de las áreas con pastizales, exigen estudios continuados durante muchos años, para disponer de valores normales y conocer el rango de fluctuación de los procesos y compartimientos vegetales.

METODOLOGIA

La descripción de la comunidad se hizo mediante 100 relevamientos de 1 m² para estimar la frecuencia de cada especie, y establecer un orden de importancia de las mismas.

También se estimó el número promedio de especies presentes en la unidad de muestreo utilizada para estimar la biomasa, de manera de conocer si se disponía de una "muestra multiespecífica".

Para la valuación de la biomasa aérea se utilizó un método de cosecha. Se efectuó un muestreo preliminar en julio de 1975, ensayándose tres tamaños diferentes de unidades de muestreo en forma circular. El material colectado se separó en compartimientos: verde de gramíneas y graminiformes, hierbas de hoja ancha, subarbustos y material muerto (seco en pie y hojarasca). El cálculo del número de parcelas de cada tamaño, necesario para una estimación del material, con un error del promedio del 10 % para el 95 % de confianza, se hizo en base a la fórmula indicada en Milner y Hughes (1970). El compartimiento subarbusto no fue considerado en estos cálculos, pues no se lo tendría en cuenta para la apreciación de la Productividad Primaria Aérea Neta (PPAN).

Una vez calculado el número de parcelas para cada unidad de muestreo (número variable según el compartimiento considerado), y teniendo en cuenta el tiempo que insumía el corte de cada una de ellas, se calcularon las eficiencias en tiempo de campo en relación a la unidad de muestreo que se cortaba más rápido, que era considerada la más eficiente (tabla 3). Esos tiempos no incluyen el tiempo

TABLA 3. *Cálculo de eficiencias de La Blanqueada*

Tamaño de la Unidad de Muestreo	Tamaño de la Muestra	Eficiencia Estadística %	Eficiencia de Superficie %	Eficiencia en Tiempo %	Eficiencia en Costo %
1 (0,0184 m ²)	165	45	100	100	33
2 (0,0638 m ²)	73	68	65	75	75
3 (0,2419 m ²)	34	100	37	63	100

necesario para ubicar cada parcela, que es proporcional al número de las mismas. Las eficiencias de las parcelas de tamaño 2 y 3 hubieran sido mayores si ellos hubieran estado comprendidos.

El número de parcelas de cada tamaño estaba indicado por aquel compartimiento que necesitaba el mayor número de ellas para el tamaño en cuestión. Sólo fueron considerados para ello el verde de gramíneas y graminiformes y el material seco, dado que la escasa biomasa de dicotiledóneas herbáceas no justificaba la intensidad de muestreo necesario para una estación dentro del error prefijado.

Con los coeficientes de variación se calcularon las eficiencias estadísticas para cada tamaño, en relación con aquella parcela de menor coeficiente de variación.

De manera similar se calcularon las eficiencias en costo de materiales descartables, y la eficiencia de superficie de corte, que es una indicadora del trabajo de laboratorio necesario para procesar las muestras.

En base a esos datos y considerando los recursos disponibles (dinero, tiempo, espacio, instrumental) se decidió utilizar el tamaño 2 que sería una solución de compromiso entre los tres tamaños ensayados, que daba la eficiencia estadística más aceptable para el mayor esfuerzo posible. Cabe destacar que a pesar de obtenerse la menor superficie total de corte con la parcela de tamaño 1, esta parcela presenta el inconveniente de tener un mayor efecto de borde.

Conociendo la superficie a cortar mensualmente, el número total de cortes a realizar y las áreas "buffer" y senderos establecidos, se determinó una superficie de aproximadamente 1 Ha para la clausura.

El corte se realizó lo más cerca del suelo que fue posible, coleccionándose todo el material presente en la parcela. Se utilizó un cilindro metálico de 35 cm de altura que se hacía descender verticalmente en el lugar a cortar. Se cortaba su perímetro externo y se disponía una "pollera" de cuerina de forma circular con una abertura interior de diámetro igual al artefacto cilíndrico. Una vez fijada la "pollera" con estacas, se retiraba el cilindro y se procedía a cortar el material. La "pollera" permitía evitar cualquier pérdida de material o inclusión de material externo, al mismo tiempo que facilitaba la labor de los recolectores, particularmente en las épocas lluviosas.

El material se disponía en bolsas de polietileno, y luego era llevado a congeladora donde se mantenía a una temperatura inferior a los -10°C hasta su separación. El material fue separado durante el primer año en los compartimientos anteriormente citados. Durante el segundo año se subdividió el material muerto en seco en pje y hojarasca; en tanto las hierbas dicotiledóneas se separaron en cada una de sus especies constituyentes. Esta subdivisión de las hierbas causó un aumento del coeficiente de variación; por ello, las especies poco frecuentes se reagruparon en un compartimiento denominado "otras hierbas".

La hojarasca era flotada y tamizada en húmedo para eliminar la tierra que contenía.

Todos los materiales eran secados a estufa durante 24 horas a 100° C, y expresados como materia seca por unidad de superficie.

La PPAN específica de un intervalo fue calculada con los incrementos de biomasa verde. La PPAN total fue calculada sumando las productividades específicas de cada compartimento verde específico y pluriespecífico, más el material que creció y murió durante ese intervalo. Se consideraron solo los aumentos significativos al nivel 95 % de confianza entre muestreos consecutivos o entre los extremos de un número de intervalos consecutivos que mostraron una tendencia creciente.

La PPAN, Mortalidad, Caída a la hojarasca y Desaparición, fueron estimadas mediante las fórmulas que se incluyen en el Apéndice. Mortalidad, Caída a la hojarasca y Desaparición de hojarasca fueron estimadas durante poco más de un año, incluyendo íntegramente la segunda temporada estudiada.

La tasa instantánea de desaparición fue asimismo estimada mediante bolsas de malla plástica de 1,5 mm de abertura y 10 × 20 cm de tamaño, en muestreos estacionales, habiéndose tomado precauciones para evitar las pérdidas de material (Suffling y Smith, 1974), y los errores causados por la penetración de tierra y de plantas en crecimiento.

Cada bolsa, identificada con labelos de aluminio, fue llenada con aproximadamente 10 gr de hojarasca seca a estufa proveniente de la capa superior del mantillo. Ese material estaba constituido principalmente por hojas secas de gramíneas. Las bolsas fueron colocadas dentro del mantillo y apoyadas contra la superficie del suelo. Dicha sujeción se logró mediante alambres metálicos, sostenidos por estacas que pasaban por encima de las bolsas apretándolas contra la superficie edáfica. Trimestralmente se retiraban al azar diez bolsas de red; se colocaban en bolsas de papel independientes y se trasladaban al laboratorio. Allí se las abría, se retiraba el material vegetal, se secaba a estufa y se pesaba. Los cálculos efectuados se indican en el Apéndice.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Fitosociología

Cabrera (1968, 1971) reconoce tres comunidades climax para el Distrito Pampeano Austral. Una de ellas, el *flechillar*, es motivo de estudio en esta contribución.

En la tabla 4 se observa el resultado de los relevamientos florísticos. En ella aparecen citadas sin valores de frecuencia las especies con frecuencia inferior al 10 %, y las especies invernales, y algunas

estivales que no fueron registradas en los relevamientos primaverales.

El pastizal presenta una gran riqueza florística con algo más de 100 especies, predominando en número las de floración primaveral que incluyen una gran variedad de "flechillas" (especies de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium*). Su altura es de aproximadamente 50-60 cm, con un dominio de gramíneas tal que en ausencia de pastoreo, sólo son conspicuas algunas plantas dispersas de *Margyricarpus pinnatus*, *Eryngium paniculatum*, o raramente *Discaria longispina* y *Paspalum quadrifarium*. Las especies no graminiformes, si bien son numerosas, sólo se advierten al observar en detalle el pastizal, o bien cuando están en floración y se destacan por sus vistosos colores.

No son visibles superficies de suelo desnudo en el pastizal, y plantas y mantillo cubren totalmente al mismo. Algunas piedras dispersas se encuentran en superficie y en algunos sectores, donde la roca aflora, el pastizal entra en contacto con comunidades de roquedales (los más bajos con *Mimosa rocae*). Hacia las posiciones topográficamente bajas, y por lo general más húmedas (área inter-serrana, ejes de avenamiento menores, valles serranos), el flechillar es reemplazado por comunidades de pajonales (*Paspalum quadrifarium*, *Cortaderia selleana* o *Stipa caudata*), o cardales (*Eryngium paniculatum*).

Las malezas exóticas que aparecen en el pastizal (*Echium plantagineum*, *Cirsium vulgare*, *Erodium cicutarium*, *Silene gallica*, etc.) carecen prácticamente de importancia, pues su contribución en términos de Biomasa es escasa. La importancia de las malezas se incrementa en los pastizales disturbados por pastoreo o incendio.

Biomasa

Las plantas herbáceas representan el 96 % de la materia viva del pastizal. Los subarbustos (*Margyricarpus pinnatus*) conforman el 4 % restante; en tanto los arbustos (*Discaria longispina*) son muy raros y su aporte es despreciable.

Las gramíneas y graminiformes constituyen en promedio el 97 % del material herbáceo vivo (BHT) del pastizal, correspondiendo el 3 % restante a dicotiledóneas. La biomasa de leguminosas (*Lathyrus subulatus*, *Medicago lupulina*, *Medicago polymorpha*) es prácticamente insignificante.

La BHT muestra dos picos destacados, uno primaveral y otro a fines del verano o principio del otoño. Se presentan descensos durante el invierno y la seca estival.

En la primera temporada no se advierte un claro pico estival, aunque sí se observa un aumento que persiste durante el invierno.

Las hierbas no graminoides también presentan un máximo primaveral y otro estival tardío-otoñal. El pico de primavera se produce con anterioridad a la biomasa máxima de gramíneas y graminiformes.

TABLA 4: Frecuencias de especies en 100 cuadrados de 1 m²
(noviembre de 1975)

GRAMINEAS Y GRAMINIFORMES PERENNES			
Melica rigida	97	Piptochaetium stipoides	
Briza brizoides	89	var. stipoides	51
Piptochaetium montevidense	88	Piptochaetium stipoides	
Stipa trichotoma	81	var. verruculosum	51
Stipa bonariensis	70	Carex phalaroides	37
Danthonia cirrhata	63	Briza subaristata	29
Piptochaetium hackelii	62	Juncus imbricatus	16
Stipa neesiana	56	Poa ligularis	12
		Alophia amoena	10
GRAMINEAS Y GRAMINIFORMES ANUALES			
Vulpia dertonensis	89	Sisyrinchium minutiflorum	21
Briza minor	58	Bromus mollis	20
Lolium multiflorum	28		
HIERBAS NO GRAMINIFORMES PERENNES			
Oxalis articulata	87	Spilanthes decumbens	18
Geranium albicans	79	Polygala sp.	16
Chaptalia piloselloides	61	Conyza monorchis	16
Sida flavescens	38	Lathyrus subulatus	16
Cuphea glutinosa	37	Gamochaeta sp.	12
Dichondra sericea var. sericea	34	Convolvulus hermanniae	11
Evolvulus sericeus	31	Plantago ventanensis	11
Pfaffia gnaphalioides	24	Oxalis cordobensis	10
Chaptalia sinuata	20	Turnera pinnatifida	
Relbunium richardianum	18	var. angustiloba	10
HIERBAS NO GRAMINIFORMES ANUALES			
Erodium cicutarium	40	Silene gallica	22
Medicago lupulina	36	Cirsium vulgare	19
Eryngium nudicaule	26	Ranunculus platensis	11
Daucus pusillus	24	Hypochoeris glabra	11
Echium plantagineum	24		

Otras especies presentes en el pastizal, con frecuencia inferior a 10 o presentes en otras fechas:

Anemone decapetala	Dichondra sericea var. holosericea
Aristida pallens	Discaria longispina
Avena ludoviciana	Eragrostis lugens
Baccharis cylindrica	Eryngium paniculatum
Bothriochloa lagurioides	Eupatorium sp.
Bothriochloa saccharoides	Euphorbia sp.
Bromus unioides	Facelis retusa
Chevreulia sarmentosa	Gamochaeta sp.
Cleanthes brasiliensis	Geoblasta pennicillata
Convolvulus laciniatus	Glandularia platensis
Dichondra microcalyx	Glandularia peruviana

Gomphrena perennis	Pelletiera serpyllifolia
Habranthus gracilifolius	Piptochaetium medium
Helenium alternifolium	Sisyrinchium platense
Helianthemum brasiliense	Soliva pterosperma
Hordeum sp.	Spergularia ramosa?
Hybanthus parviflorus	Stipa filiculmis
Hypochoeris rosengurttii	Stipa aff. juncoides
Koeleria permollis	Stipa papposa
Linum selaginoides	Stipa tenuissima var. oreophila
Medicago polymorpha	Taraxacum officinale
Mimosa rocae	Tragopogon dubius
Paronychia brasiliiana	Verbena intermedia
	Wigginsia sp.

La tabla 5 indica el peso seco de cada compartimiento en las fechas de corte.

En la figura 2 pueden observarse la marcha de la biomasa (tabla 6) y productividad específica de algunas especies de hierbas dicotiledóneas durante la segunda temporada. Los datos permiten notar una distribución diferente de la biomasa de las distintas especies a lo largo del año a manera de reemplazo, en relación con los cambios en las condiciones ecológicas que se van sucediendo, con curvas con uno o más picos. Algunas especies presentan patrones definidos y alcanzan su máxima biomasa a fines de invierno y principios de primavera (*Anemone decapetala*, *Oxalis articulata*, *Dichondra sericea*, *Erodium cicutarium*), durante la primavera (*Geranium albicans*) o el estío (*Evolvulus sericeus*, *Sida flavescens*, *Pfaffia gnaphalioides*, *Daucus pusillus*).

Las observaciones fenológicas muestran que las especies de gramíneas presentan una situación similar, sin embargo, el hecho de no haberse separado específicamente a este compartimiento impide extraer mayores conclusiones al respecto.

La biomasa muerta muestra una dinámica peculiar que se explica en los párrafos siguientes.

Mortalidad, caída a la hojarasca y desaparición de hojarasca

Los picos mayores de mortalidad se encuentran hacia el fin de la primavera (diciembre) y del verano (fig. 3, tabla 7). Esto se debe a la culminación del desarrollo de las especies de primavera y verano que, después de florecer y fructificar, acentúan el amarillamiento y la desecación parcial o total de las partes aéreas. Los valores menores de mortalidad se encuentran desde fines del invierno hasta la primavera temprana.

Durante el invierno la mortalidad no alcanza los picos agudos de la época de mayor producción, quizá debido a que las heladas y bajas temperaturas, si bien son limitantes del crecimiento, no parecen ser factores extremadamente perjudiciales para las especies como para provocar una mortalidad masiva. La caída a la hojarasca mues-

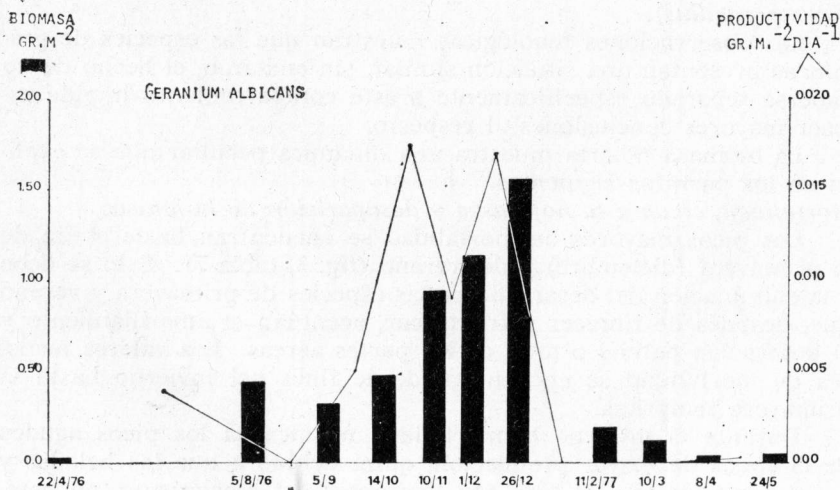
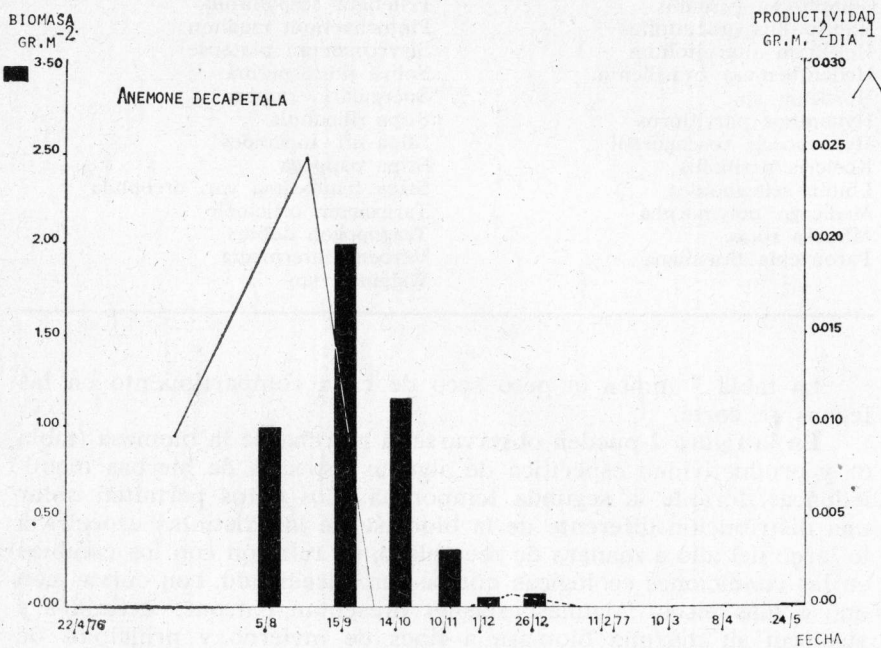


FIG. 2.—Biomasa y Productividad Primaria Aérea Neta específica de algunas hierbas dicotiledóneas.

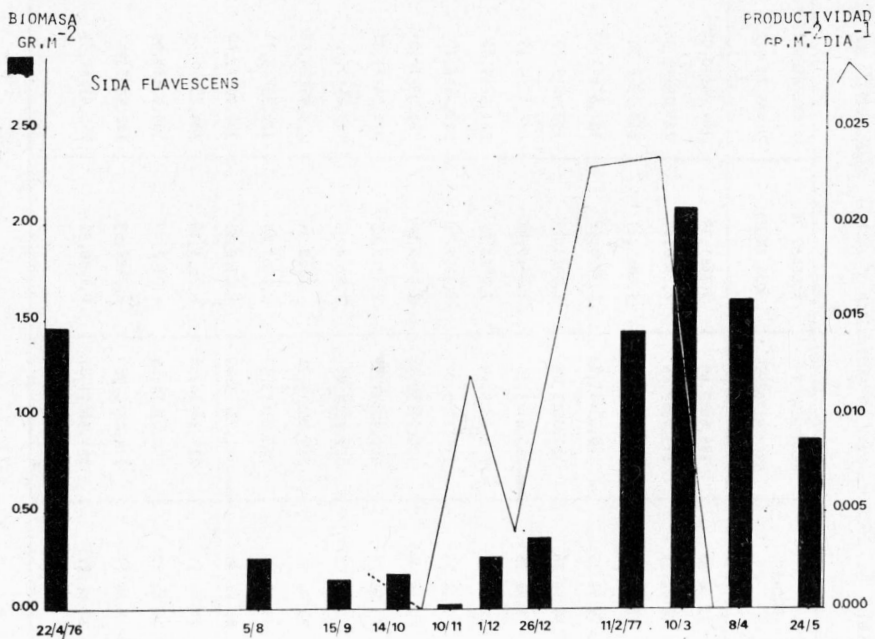
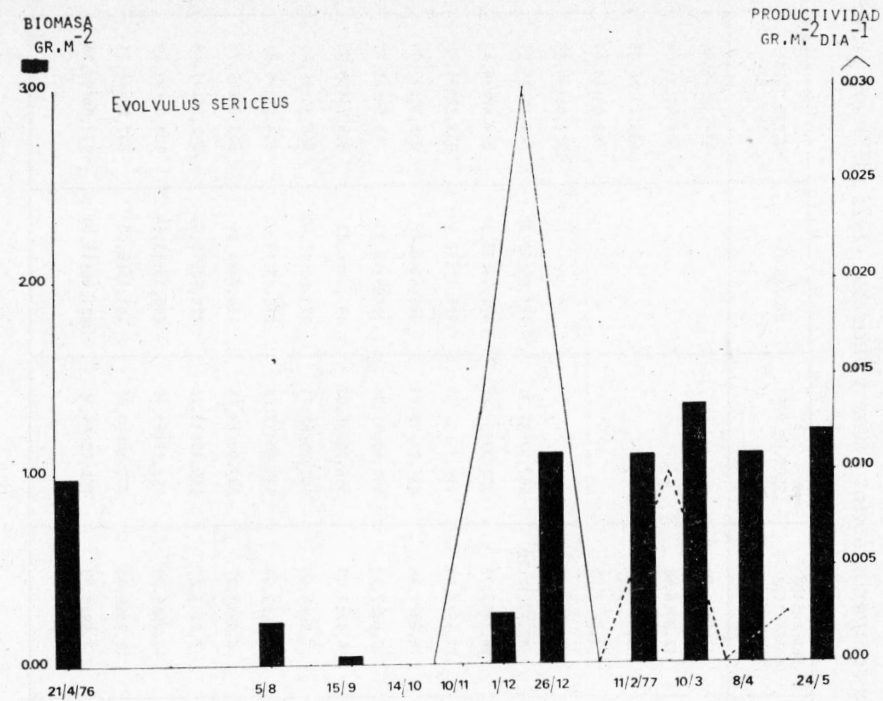


FIG. 2. — (Continuación.)

TABLA 5. *Peso seco promedio y error standard de los compartimientos vivos y muertos (1975-1977) en gr.m²*

FECHA	GRAMINEAS Y GRAMINIFORMES 1	HIERBAS DE HOJA ANCHA 2	TOTAL HIERBAS VIVAS (1 y 2) 3	SUBARBUSTOS (MARGYRI CARPUS PINNATUS) 4	SECO EN PIE 5	HOJARASCA 6	MUERTO TOTAL (5 y 6) 7
17 Se 75	186,66±9,69	7,38±1,34	194,04±10,04	4,36±1,73			921,34±48,56
18 Oc 75	213,03±9,25	8,26±0,87	221,29±13,38	12,20±6,66			704,45±31,04
18 No 75	243,13±8,48	5,64±0,87	248,77±8,70	3,42±2,17			639,87±26,38
16 Di 75	188,53±11,29	2,97±0,56	191,50±11,87	9,75±3,20			802,03±40,61
10 Fe 76	187,06±9,04	5,90±1,47	192,96±9,70	5,02±3,02			1003,36±44,37
9 Ma 76	203,61±9,40	4,86±0,95	208,47±9,38	23,77±12,20	667,97±37,32	141,28±10,82	809,25±35,91
22 Ab 76	213,68±9,49	7,88±1,02	221,56±9,67	12,21±7,70	702,31±37,63	172,17±16,31	874,48±44,47
7 JI 76	215,19±9,01	8,52±1,10	223,71±8,77	11,55±3,64	715,13±31,57	222,19±12,94	937,32±36,42
5 Ag 76	176,87±10,98	6,51±0,63	183,38±10,81	4,85±1,96	735,71±40,61	146,6J±8,78	882,32±43,99
15 Se 76	202,90±11,59	7,39±0,80	210,29±11,21	15,67±7,17	686,47±37,70	158,37±8,53	844,84±42,45
14 Oc 76	202,27±9,41	7,82±0,98	210,09±9,22	6,17±2,50	656,05±36,07	150,06±8,23	806,11±39,08
10 No 76	269,81±14,71	5,80±0,96	275,61±14,58	7,00±4,64	642,70±62,11	223,60±17,40	866,30±66,46
1 Di 76	328,33±13,37	6,22±1,01	334,55±13,14	10,05±5,69	594,30±39,62	210,43±13,63	804,73±44,80
26 Di 76	341,48±13,63	6,63±0,85	348,10±13,40	7,05±3,27	687,00±43,26	118,84±4,94	805,84±45,72
11 Fe 77	228,88±10,88	6,00±1,16	234,88±10,59	7,21±3,27	524,18±38,26	328,50±18,89	852,68±47,63
10 Ma 77	300,27±11,29	9,70±2,17	309,97±10,93	17,76±6,23	652,91±63,10	250,18±19,64	903,09±43,69
8 Ab 77	214,22±8,92	8,74±1,93	222,96±8,94	19,98±6,48	706,10±40,02	141,18±8,78	847,28±46,11
24 My 77	251,31±11,87	4,11±0,92	255,43±11,59	7,59±3,87	756,50±46,40	221,46±11,84	977,96±53,20

TABLA 6. Biomasa de cada especie de hierba. Se indican el promedio y el error standard en gr.m⁻²

ESPECIE \ FECHA	22/4/76	5/8/76	15/9/76	14/10/76	10/11/76	1/12/76	26/12/76	11/2/77	10/3/77	8/4/77	24/5/77
<i>Oxalis articulata</i>	0,219±0,160	2,046±0,295	2,703±0,509	2,327±0,422	2,068±0,556	0,536±0,144	0,766±0,214	0,037±0,020	0,240±0,152	0,242±0,178	0,063±0,035
<i>Geranium albicans</i>	0,035±0,029	0,444±0,080	0,332±0,084	0,481±0,153	0,951±0,289	1,140±0,423	1,565±0,423	0,197±0,066	0,124±0,124	0,038±0,032	0,053±0,035
<i>Chaptalia piloselloides</i>	0,021±0,017	0,251±0,108	0,271±0,120	0,407±0,214	0,561±0,355	0,264±0,149	0,544±0,220	0,193±0,109	0,178±0,082	0,023±0,019	0,254±0,132
<i>Dichondra sericea</i> var. <i>sericea</i>	0,006±0,006	0,057±0,040	0,122±0,063	0,133±0,084	0,066±0,123	0,013±0,010	0,020±0,012	0,000	0,067±0,049	0,007±0,007	0,008±0,008
<i>Erodium cicutarium</i>	0,000	0,173±0,080	0,070±0,027	0,279±0,157	0,242±0,123	0,103±0,074	0,024±0,024	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Anemone decapetala</i>	0,000	0,994±0,265	1,998±0,500	1,146±0,346	0,314±0,145	0,062±0,029	0,083±0,057	0,000	0,000	0,000	0,003±0,003
<i>Medicago</i> sp.	0,002±0,002	0,477±0,171	0,310±0,111	0,429±0,238	0,112±0,067	0,050±0,037	0,045±0,032	0,000	0,000	0,002±0,002	0,000
<i>Lathyrus subulatus</i>	0,275±0,144	0,368±0,201	0,296±0,129	0,212±0,119	0,302±0,128	0,322±0,095	0,110±0,055	0,177±0,064	0,244±0,105	0,305±0,160	0,245±0,127
<i>Sida flavescens</i>	1,461±0,489	0,263±0,157	0,131±0,079	0,184±0,184	0,021±0,015	0,273±0,119	0,375±0,268	1,455±0,569	2,089±0,988	1,620±0,542	0,890±0,457
<i>Evolvulus sericeus</i>	0,985±0,369	0,233±0,130	0,047±0,029	0,000	0,000	0,275±0,131	1,102±0,568	1,092±0,524	1,355±0,560	1,093±0,365	1,213±0,596
<i>Daucus pusillus</i>	0,316±0,169	0,024±0,017	0,000	0,020±0,013	0,110±0,055	0,207±0,122	0,124±0,073	0,595±0,288	0,601±0,265	0,351±0,188	0,196±0,126
<i>Pfaffia gnaphalioides</i>	0,243±0,117	0,000	0,000	0,000	0,000	0,190±0,072	0,300±0,142	0,347±0,194	0,152±0,089	0,270±0,133	0,000
Otras hierbas	4,320±1,637	1,179±0,276	1,106±0,239	2,122±0,576	1,050±0,313	2,786±0,877	1,571±0,315	1,906±0,588	4,652±1,655	4,791±1,815	1,182±0,388
Totales	7,883±1,052	6,514±0,631	7,387±0,798	7,820±0,977	5,796±0,956	6,221±1,009	6,626±0,854	5,999±1,159	9,704±2,166	8,742±1,934	4,108±1,919

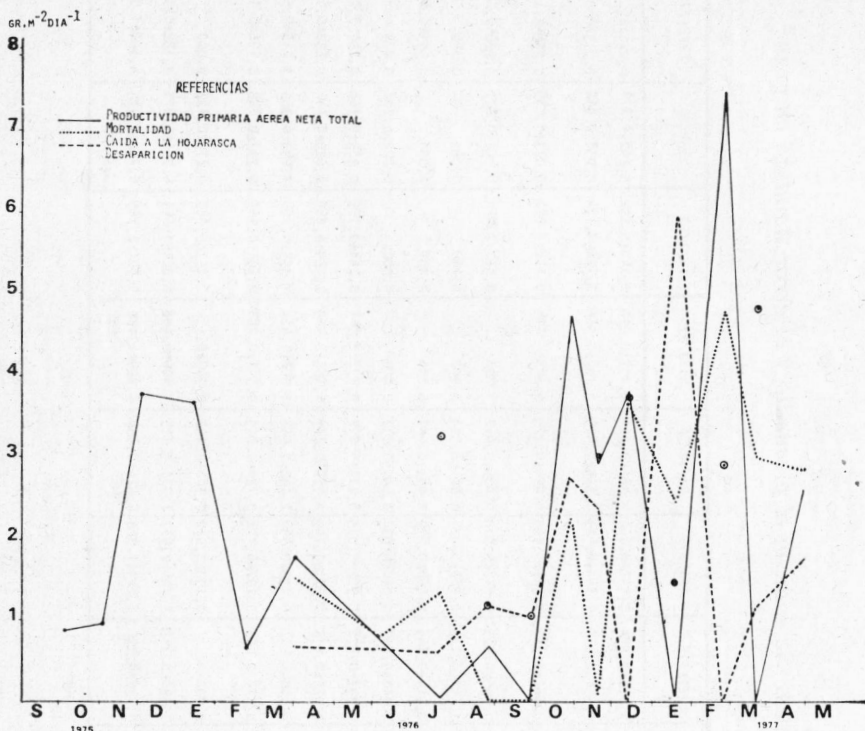


FIG. 3.— Diarias para los distintos procesos desde 1975 a 1977.

tra una tendencia creciente a fines del invierno, y hasta mediados de primavera inclusive, sin embargo la época de mayor caída se sitúa hacia el período más cálido del año (fines de diciembre, enero y principios de febrero).

El invierno aparece como una estación en que el aporte de material a la hojarasca es menor.

Existe cierto desfase entre las curvas de mortalidad y la de caída a la hojarasca. Esto estaría indicando la vía predominante que siguen las plantas del pastizal al morir. La mayor BHT corresponde a gramíneas y gramíniformes y éstas siguen el camino verde → seco en pie → hojarasca. La masa de dicotiledóneas herbáceas, por lo general de poco tamaño, que al secarse pasan casi directamente al mantillo, es mínima.

Esto haría que la mortalidad observada en el mes de diciembre, recién se traduzca en un mayor aporte del seco en pie a la hojarasca durante el estío, y la mortalidad de fines de verano y principios de

TABLA 7. *Tasas diarias de Productividad, Mortalidad, Caída y Desaparición, según fórmulas del Apéndice, en gr.m⁻² día⁻¹*

INTERVALO	DIAS	PRODUCTIVIDAD	MORTALIDAD	CAIDA	DESAPARICION
17 Se 75 - 18 Oc 75	31	0,8790 [*]	----	----	----
18 Oc 75 - 18 No 75	31	0,9710 [*]	----	----	----
18 No 75 - 16 Di 75	28	3,7461 [*]	----	----	----
16 Di 75 - 10 Fe 76	56	3,6475 [*]	----	----	----
10 Fe 76 - 9 Ma 76	28	0,5911 [*]	----	----	----
9 Ma 76 - 22 Ab 76	44	1,7802	1,4825	0,7020	NC
22 Ab 76 - 7 J1 76	76	0,8191	0,8268	0,6582	NC
7 J1 76 - 5 Ag 76	29	0,0392	1,3405	0,6308	3,2524
5 Ag 76 - 15 Se 76	41	0,6754	0,0101	1,2111	1,2111
15 Se 76 - 14 Oc 76	29	0,0058	0,0146	1,0636	1,0636
14 Oc 76 - 10 No 76	27	4,6979	2,2293	2,7237	NC
10 No 76 - 1 Di 76	21	2,9171	0,0945	2,3993	3,0264
1 Di 76 - 26 Di 76	25	4,2807	3,7080	0,00	3,6636
26 Di 76 - 11 Fe 77	47	0,0340	2,4497	5,9139	1,4531
11 FE 77 - 10 Ma 77	27	7,4323	4,7678	0,00	2,9007
10 Ma 77 - 8 Ab 77	29	0,00	2,9955	1,1614	4,9200
8 Ab 77 - 24 My 77	46	3,5490	2,8409	1,7452	NC

otoño, comience a acentuar dicha contribución a la hojarasca durante el otoño.

El método de las bolsas de red da tasas instantáneas de desaparición muy bajas, en relación con el segundo método. Wiegert y Evans (1964) obtuvieron resultados similares, aunque con diferencias menos manifiestas comparando un método de red y otro de parcelas apareadas y explicaron las causas de dichas diferencias.

Las estimaciones de desaparición hechas por métodos de cosechas (ver Apéndice), presentan el inconveniente de depender de la mortalidad y caída a la hojarasca, por lo tanto los mayores errores de estimación ocurrirán en aquellos intervalos en que estos procesos son más activos. De manera inversa la desaparición de material influye sobre la valuación de los otros procesos. Esto explica parcialmente los cambios muy marcados en la desaparición, que se obser-

van en ciertos intervalos consecutivos. Además, la desaparición por métodos de cosecha no sólo incluye la descomposición, sino también exportaciones de material muerto fuera del sistema por efecto del viento, lluvia, pequeños animales, etcétera.

De todas maneras, la desaparición según este método (tabla 8) muestra mayores tasas instantáneas a fines de la primavera y fines de verano-principios de otoño. Quizas el resto del verano presente tasas reales más altas que las calculadas, ya que éstas presentan los errores ya señalados. Esto estaría sugerido además por la tendencia observada en las estimaciones con bolsas de malla plástica como se verá más adelante. Las tasas de primavera son más bajas y se incrementan, como se ha señalado, hacia el final de la estación. Durante el invierno se obtuvo un valor más alto que los primaverales. La desaparición diaria por métodos de cosecha (tabla 7) se representa en la figura 3.

En la tabla 8 se indican también las tasas instantáneas de desaparición obtenidos por el método de las bolsas de malla; la tasa es mínima en el invierno, aumenta en la primavera, es máxima en verano y decrece hacia el otoño.

Mortalidad, caída al mantillo y desaparición, son en la realidad tres procesos simultáneos que determinan la magnitud y dinámica del material muerto total y de cada uno de los compartimientos en

TABLA 8. *Tasas instantáneas de desaparición (r) por los dos métodos empleados, en gr.⁻¹ día⁻¹*

Intervalo	Método de Cosecha	Bolsas de Malla Plástica
Marz-Abr 76	NC	
Abr-Jul 76	NC	
Jul-Ag 76	0,0176	} 0,00027
Ag-Set 76	0,0079	
Set-Oct 76	0,0069	} 0,00032
Oct-Nov 76	NC	
Nov-Dic 76	0,0139	
Dic-Dic 76	0,0223	} 0,00127
Dic-Feb 77	0,0065	
Feb-Marz 77	0,0100	
Marz-Abr 77	0,0251	} 0,00079
Abr-May 77	NC	

* Calculado según: $P_n = \Sigma \Delta B^+ + (\Delta ST^+ - \Sigma \Delta B^-)$

NC: No calculable.

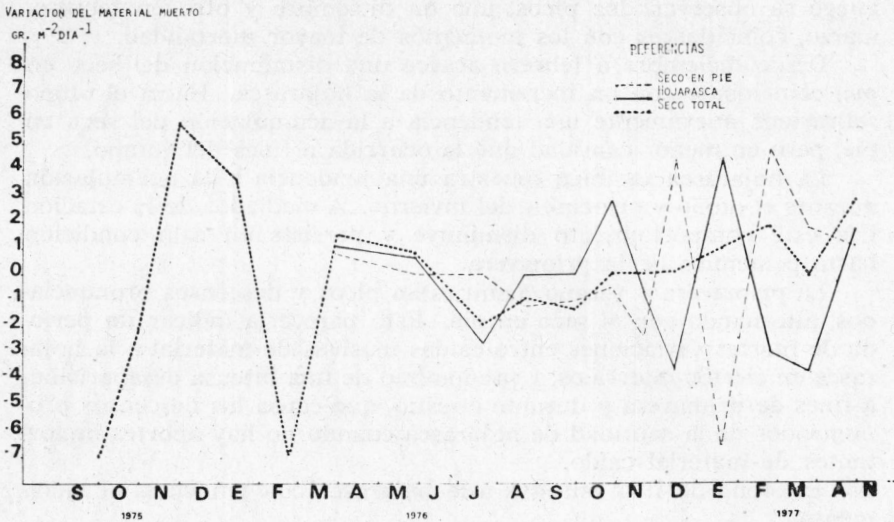


Fig. 4. — Tasas de variación de los compartimentos muertos.

que ésta puede separarse. El predominio de la mortalidad sobre la desaparición, indica la tendencia a la acumulación del material muerto; la situación inversa indica la tendencia a la disminución del mismo.

En la figura 4 la relación entre los últimos dos procesos citados y su marcha a lo largo del año, queda indicada por las tasas positivas y negativas de variación del seco total.

De esta figura hay dos hechos destacables:

a) La temporada 75-76 muestra fluctuaciones mayores de material muerto que la temporada 76-77, hidricamente más favorable. Esto indicaría un mayor desequilibrio entre ambos procesos de mortalidad y desaparición a lo largo de la primera temporada estudiada.

b) En general, puede decirse que existen épocas bastante definidas en que predomina la acumulación sobre la desaparición del material (verano-otoño) y épocas en que predomina la relación inversa (primavera-invierno).

Las diferentes magnitudes con que se combinan los distintos procesos (mortalidad, caída y desaparición), pueden ser mejor estimadas e interpretadas por métodos de cosecha, subdividiendo el material muerto en seco en pie y hojarasca, lo cual se ha efectuado a partir de 1976.

El material seco en pie presenta una tendencia positiva desde marzo hasta agosto, aunque el incremento invernal no es significativo.

Durante fines del invierno y la primavera, hasta principios de diciembre, el seco en pie disminuye con mínimo al final del período.

Luego se observan dos picos, uno en diciembre y otro en febrero-marzo, coincidentes con los momentos de mayor mortalidad.

Desde diciembre a febrero acaece una disminución del seco en pie, coincidente con un incremento de la hojarasca. Hacia el otoño sobreviene nuevamente una tendencia a la acumulación del seco en pie, pero en menor cantidad que la ocurrida a fines del verano.

La hojarasca también muestra una tendencia a la acumulación durante el otoño y principios del invierno. A mediados de la estación fría este comportamiento disminuye y persiste en esta condición hasta principios de la primavera.

La primavera y verano manifiestan picos y descensos pronunciados, alternando con el seco en pie. Esto parecería indicar un período de fuertes variaciones entre caídas masivas de material a la hojarasca en ciertos intervalos, y predominio de una intensa desaparición, a fines de primavera y durante el estío, que causa los descensos pronunciados de la cantidad de hojarasca cuando no hay aportes importantes de material caído.

El otoño de 1977 muestra a la hojarasca con tendencia al incremento.

Productividad primaria Aérea neta

La productividad neta del pastizal (tabla 6, fig. 3) fue mayor durante 1976-77 que durante 1975-76. Ello era de esperar debido a las mayores precipitaciones que implicaban un balance hídrico más favorable. Se observan dos picos de producción, uno primaveral y otro estival.

Las características climáticas reinantes en cada temporada, puede producir ciertas modificaciones de este patrón. Por ejemplo, en 1975-76 con primavera más seca, la producción parece haberse desplazado hacia fines de la estación y mediados del verano, en tanto durante principio y mediados de la primavera presenta una baja productividad vegetal.

En ambas temporadas se observa un pico menor de producción, a principios de otoño.

El segundo año muestra una primavera pluviométricamente normal con gran producción, un decrecimiento de la misma a principios del estío y un nuevo crecimiento bien definido de verano, coincidente con un período lluvioso.

En la figura 2 pueden observarse las productividades de algunas especies de hierbas dicotiledóneas del pastizal.

En este trabajo no se ha tenido en cuenta a la desaparición estimada por bolsas de malla plástica en el cálculo de la PPAN. Debido a las limitaciones que tienen las bolsas de red en la estimación de la desaparición (entre otras el tamaño de las aberturas que restringe el ingreso de numerosos organismos capaces de cortar y consu-

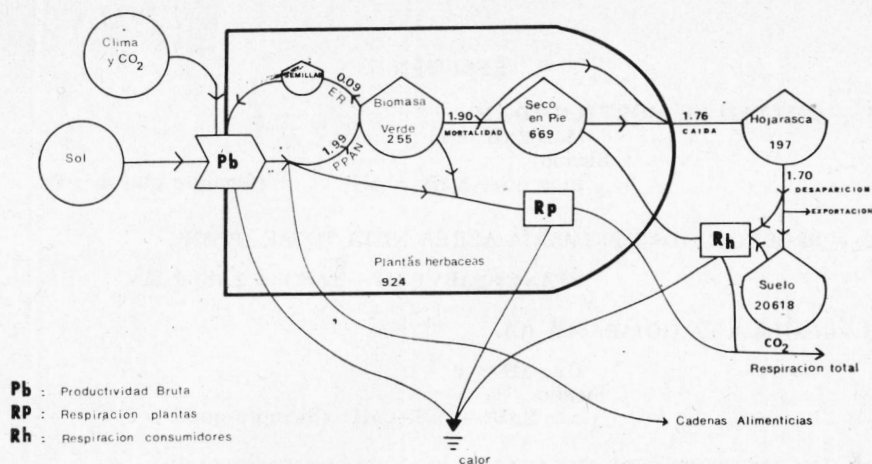


FIG. 5.— Modelo de circulación de la materia seca en el "flechillar" durante la temporada mayo de 1976 a mayo de 1977. Los compartimentos se indican en $g\ m^{-2}$. Los flujos en $g\ m^{-2}$.

mir la hojarasca), las tasas de desaparición resultantes son muy bajas. La incorporación de un término de corrección por desaparición a la fórmula de PPAN utilizada no aporta, en la mayoría de los casos, variación alguna en la estimación de aquella, y para el año considerado en el modelo la PPAN se incrementaría en un 1 % aproximadamente.

Modelo

Se ha realizado un modelo de circulación de materia vegetal aérea para el año que va de mayo de 1976 a mayo de 1977. La técnica empleada en la representación es la de lenguaje de energía de Odum (1971) (fig. 5).

En él se sintetizan las observaciones efectuadas en el pastizal, cuyos patrones se analizan detalladamente en los párrafos anteriores.

El esfuerzo reproductivo de la vegetación (ER) es definido aquí como la cantidad de fitomasa invertida en estructuras reproductivas suma de las cosechas en pie máximas de dichas estructuras durante la primavera y verano. El esfuerzo reproductivo primaveral fue de $33,13\ g\ m^{-2}$ y constituyó el 98 % del esfuerzo total. La inversión en partes reproductivas por las plantas representa algo menos del 5 % de la PPAN.

Las tasas observadas de entrada y salida del tanque de biomasa aérea herbácea viva, parecen indicar una situación de estabilidad para

RESUMEN

1. — CALCULO DE MORTALIDAD (M).

$$M = \Sigma \Delta B^- + m$$

Siendo

$$m = \Delta S - \Sigma \Delta B^- + \Delta H^+ \quad (\text{Siempre que } m > 0)$$

2. — PRODUCTIVIDAD PRIMARIA AEREA NETA TOTAL (PPAN).

$$PPAN = \Sigma \Delta B^+ + (M - \Sigma \Delta B^-) = \Sigma \Delta B^+ + m$$

3. — CAIDA A LA HOJARASCA (C).

$$C = \Delta H^+ + c$$

Siendo

$$c = \Sigma \Delta B^- - \Delta S - \Delta H^+ \quad (\text{Siempre que } c > 0)$$

4. — DESAPARICION DE HOJARASCA (D) Y TASA INSTANTANEA DE DESAPARICION (r).

4.1. - Método de cosecha.

$$D = d - \Delta H \quad (\text{Siempre que } D > 0)$$

Siendo

$$d = \Sigma \Delta B^- - \Delta S \quad (\text{Siempre que } d > 0)$$

$$r = \frac{D}{\frac{(H_i + H_{i+1})}{2}}$$

4.2. - Bolsas de malla plástica.

$$r = \frac{\ln (P_i / P_{i+1})}{t}$$

donde:

$\Sigma \Delta B^+$:	Suma de incrementos de Biomasa Viva
$\Sigma \Delta B^-$:	Suma de decrecimientos de Biomasa Viva
ΔS :	Variación de Seco en Pie
ΔH^+ :	Incrementos de Hojarasca
ΔH^- :	Variación de Hojarasca
H_i :	Hojarasca en el tiempo t_i
H_{i+1} :	Hojarasca en el tiempo t_{i+1}
P_i :	Peso inicial en la bolsa en el tiempo t_i
P_{i+1} :	Peso final en la bolsa en el tiempo t_{i+1}
t :	Días del intervalo ($t_{i+1} - t_i$)

este compartimiento, con un aumento, con respecto al año anterior, que se estima es debido a las características climáticas de la temporada y no a una situación sucesional.

La diferencia entre mortalidad y caída y el conocimiento de la vía predominante de circulación de la vegetación al morir, muestra un compartimiento seco en pie con un incremento inferior al 10 %.

La hojarasca exhibe una situación similar entre tasas de caída y desaparición y la variación observada es del mismo orden del seco en pie. Debido a esos dos hechos, las diferencias entre mortalidad y desaparición indican una acumulación de material muerto al final de la temporada del 8,43 % respecto del presente al comienzo de la misma.

La manera de conocer si el sistema está en estado estable o en crecimiento activo consiste en ver la relación *Producción Bruta / Respiración total de la comunidad*. Si bien este cálculo no fue posible efectuarlo, los datos disponibles permiten suponer que el sistema se encuentra en estado estable o muy cerca de dicha situación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento a las siguientes personas: Dr. Ariel E. Lugo, por sus correcciones al modelo y las sugerencias aportadas; a la Dra. María A. Torres, por la determinación de las especies de gramíneas; al personal de la Cátedra de Pedología, del Instituto de Geomorfología y Suelos de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata y del Departamento Suelos y Ordenamiento de Cuencas del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires (M.A.A.), por su colaboración en la descripción de perfiles y obtención de datos analíticos de los suelos; al Ing. Agr. Edgardo Montaldi, por la lectura del trabajo original. Por último, también agradecen a las autoridades de la Dirección de Recursos Naturales del M.A.A.; al responsable en Sierra de la Ventana de la Blanqueada Sr. Santos Safontás; y al personal del Laboratorio de Química del M.A.A., Dra. Elsa Claverie, Susana Ilhero y Juan Carlos Massucco, por la colaboración y atención permanente que han prestado a este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- ARES, J. O. y R. O. TRABUCCO, 1975. La productividad de un pastizal natural en Partido de Pilar, C. I. C., *La Plata (Argentina), Monografías*, 6:41-67.
- BERZAL, M. y J. O. ARES, 1975. Un método de doble muestreo para la medición de productividad de un pastizal denso. C. I. C., *La Plata (Argentina), Monografías*, 6:33-37, más 1 tabla.
- CABRERA, A. L., 1953. Esquema Fitogeográfico de la República Argentina. *Rev. Museo de La Plata (N. S.), Bot.*, 8:87-168.
- 1968. La Vegetación de la Provincia de Buenos Aires. En *Flora de la*

- Provincia de Buenos Aires*, Colec. Científ. INTA, 4(1):101-122. Más XII láminas.
- 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 14 (1-2):1-42.
- CAPPANNINI, D. A., C. O. SCOPPA y J. R. VARGAS GIL, 1971. Suelos de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. En: *Reunión sobre la Geología de las Sierras Australes Bonaerenses*, C. I. C., La Plata, 203-234
- FONSECA, E. A., E. E. GOBBÉE y O. E. SALA, 1975. Estimación de la Biomasa Aérea de un pastizal natural de la Depresión del Salado. C. I. C., *La Plata (Argentina)*, *Monografías*, 6:13-29.
- HARRINGTON, H., 1947. Hojas Geológicas 33 m y 34 m. Sierras Curamalal y Ventana. *Bol. 61. Secr. Ind. y Comercio, Dir. Min. y Geología*, 43 páginas.
- 1972. Sierras Australes de Buenos Aires. En: *Geología Regional Argentina* (Dir. y Edit. A. F. Leanza), Acad. Nacional de Ciencias, Córdoba: 395-405.
- KILMURRAY, J. O., 1975. Las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. Las Fases de deformación y nueva interpretación estratigráfica. *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, 30(4):331-348.
- MILNER, C. y R. E. HUGHES, 1970. *Methods for the measurement of the Primary Production of Grasslands*. I. B. P. Handbook N° 6, Blackwell.
- ODUM, H. T., 1971. *Environment, Power and Society*. John Wiley.
- RELATORIO GEOLOGÍA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. VI Congreso Geológico Argentino, 21-27 de setiembre de 1975, Bahía Blanca, Buenos Aires.
- REUNIÓN SOBRE LA GEOLOGÍA DE LAS SIERRAS AUSTRALES BONAERENSES. 1971. C.I.C., *La Plata*.
- SUERO, T., 1957. Geología de la Sierra Pillahuínco. *M.O.P. L.E.M.I.T.* Serie 2, 74.
- 1972. Compilación Geológica de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. *M.O.P., L.E.M.I.T., Anales*, 3:135-147.
- SUFFLING, R. y D. W. SMITH, 1974. Litter decomposition studies using mesh bags: spillage inaccuracies and the effect of repeated artificial drying. *Canad. Journ. Botany*, 52(10):2157-2163.
- THORNTHWAITE, C. W., 1948. An Approach toward rational classification of climate. *The Geogr. Review*, 38(1):55-94.
- WIEGERT, R. G. y F. C. EVANS, 1964. Primary Production and the disappearance of dead vegetation of an old field in southeastern Michigan. *Ecology*, 45:49-62.