

# Distribución de carbono en un ecosistema de *Panicum maximum*, en ambiente modificado por el pastoreo\*

\*\*María E. RODRÍGUEZ  
y \*\*Eglis PÉREZ

**RESUMEN.** Se determinó la biomasa verde y muerta, y la cantidad de hojarasca y raíces, en un pastizal de *Panicum maximum* Jacq., en los alrededores de La Habana. Se comparan estos datos con los obtenidos en un pastizal con pastoreo en la misma área. Se encontraron diferencias en la distribución de carbono en el sistema planta-suelo y se discuten las modificaciones que en esta distribución introduce el pastoreo.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de los pastizales no sólo es importante desde el punto de vista directo en la alimentación del ganado, sino también porque los mismos protegen el suelo, constituyen la mejor cobertura y proporcionan materia orgánica. Relacionado con esto, *Butler* (1955) ha asegurado que las hierbas promueven la absorción rápida del agua en el suelo, aumentan la tasa de infiltración al disminuir la escorrentía, estabilizan las grietas y reducen el lavado. Además, se sostiene que el crecimiento de la vegetación herbácea ayuda a mantener la fertilidad del suelo y evita la erosión, asegurando que bajo un denso tapiz herbáceo la erosión y las pérdidas del suelo disminuyen o son insignificantes, y se reduce la evaporación en la capa superficial del sue-

lo. *Bear* (1963) ha señalado que en los pastizales pastoreados, es posible mantener los suelos con un contenido de N y materia orgánica a un nivel más alto que en otros tipos de cultivo. Sobre este aspecto, *Beunett* (1955) aseguró que siempre que se evite el sobre pastoreo, los pastos constituyen una medida eficaz para retener el suelo, aun en lugares escarpados, evitando una erosión violenta. *Odum* (1971) considera que la cantidad y distribución de materia orgánica es una de las características principales de un ecosistema determinando, junto con los factores bióticos y

\*Manuscrito aprobado en enero de 1987.

\*\*Instituto de Botánica, Academia de Ciencias de Cuba.

abióticos, la tasa de elementos, materia y energía que fluyen dentro del mismo. Por otra parte, French et al. (1980) señalan que la distribución de la materia orgánica refleja la relación entre la tasa de su formación y la de su consumo en varios niveles tróficos.

De acuerdo con lo expuesto, para realizar el estudio integral de un ecosistema de pastos hay que tener en cuenta otros aspectos, además de su producción, ya que estas áreas contienen grandes poblaciones de pequeños vertebrados e invertebrados a los cuales, según Hussey y Long (1982), la parte viva de la vegetación y la hojaras-

ca suministran un gran potencial de energía y carbono.

En nuestro país los estudios de pastizales se han encaminado fundamentalmente a obtener datos sobre la producción de biomasa aérea. Sin embargo, existe poca información en relación con la materia viva y muerta, y menos aun sobre la biomasa subterránea, lo cual limita el conocimiento sobre el crecimiento y la mortalidad.

Nuestro trabajo estuvo dirigido a conocer la influencia del pastoreo en la distribución del carbono en el sistema suelo-planta, en un pastizal de *Panicum maximum* Jacq.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA Y DE LA VEGETACIÓN

La estación de pastos "Villena-Revolución" se encuentra situada en el Municipio Rancho Boyeros, Ciudad de La Habana, latitud 22°59'N, longitud 88°22'W, a 80 m sobre el nivel del mar. El área de estudio de 1 ha se encuentra dividida en cuarterones con un área control y sometida a pastoreo con rotación de 8 días. Está sembrada de *Panicum maximum* (guinea común) desde 1974.

La composición botánica está representada en 90% por esta gramínea. El suelo es Rojo Ferralítico y la fertilización ha consistido un 250-100-120 kg/ha de N-P-K al año. Las características climáticas se reflejan en la Fig. 1.

### BIOMASA

Las colectas de biomasa se realizaron en abril de 1985, en uno de los cuarterones sometidos a pastoreo y en uno no pastorea-

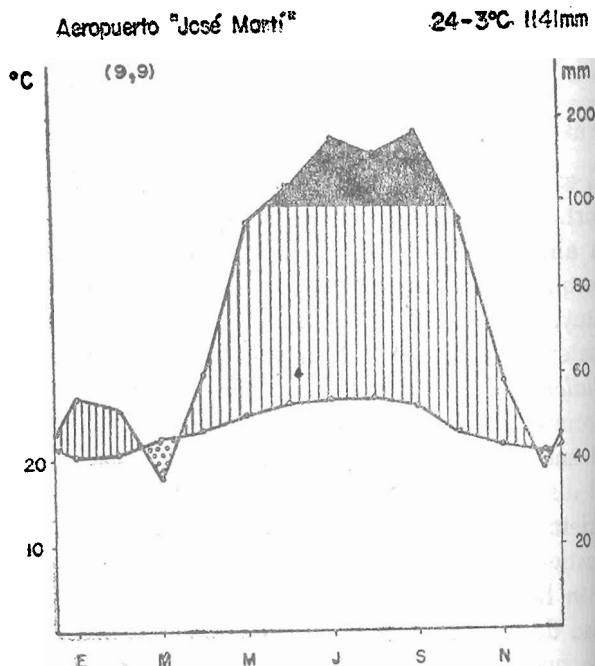


Fig. 1. Climadiagrama confeccionado con los datos del Aeropuerto "José Martí", situado a 1 km del área de estudio.

do, que se tomó de control; cortando a nivel del suelo toda la hierba enmarcada en cuadrados de metal de 50 por 50 cm. Se recogió también la hojarasca en el suelo. En el laboratorio se separó la biomasa verde de la muerta en pie, y se determinó el peso seco, en estufa a 80°C durante 36 hr. Se tomaron tres réplicas en cada área. La biomasa de raíz se determinó tomando los monolitos de suelo de cada área enmar-

cada para las colectas de biomasa aérea. Se usaron cilindros de 5 cm de diámetro por 5 cm de largo. En el laboratorio, el suelo fue removido de uno de los cilindros de cada réplica, puesto en solución de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 5%, y al cabo de 15-20 hr se tamizó el suelo en bolsas de malla de nylon fino (0,5 mm de poro), y todas las raíces contenidas en la bolsa fueron lavadas, secadas a 105°C por 1 hr y pesadas.

### MATERIA ORGÁNICA

A la biomasa aérea (verde, seca y hojarasca) así como a las raíces se les determinó la pérdida por ignición (P.P.I.) a 550°C, hasta peso constante. Se tomaron tres réplicas de cada submuestra de biomasa aérea.

Para determinar la materia orgánica del sistema suelo-raíces se utilizó la técnica descrita por Tesarova et al. (1982). Al otro cilindro de suelo de cada réplica, se le sacaron dos muestras con un horador de tapones de 1,7 cm de diámetro.

Cada pequeño monolito de suelo fue secado a 105°C durante 1 hr. A uno de los

monolitos se le extrajeron las raíces que contenía (según la descripción anterior) y al otro no. Las raíces y el suelo + raíces de cada réplica fueron incinerados a 550°C, hasta peso constante. La materia orgánica en el suelo se calculó por diferencia, y se hizo la corrección a este valor teniendo en cuenta el contenido de carbonatos.

A todas las muestras se les determinó el porcentaje de cenizas, y la materia orgánica (P.P.I.). El carbono se calculó asumiendo 58% en la materia orgánica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra la cantidad de biomasa contenida en los componentes del sistema suelo-planta en las dos áreas de estudio de *P. maximum*.

En el área control, no afectada por el pastoreo, la biomasa aérea (8450 kg/ha) fue 38% más alta que en el área con pastoreo (5250 kg/ha). Sin embargo, en esta última la biomasa subterránea fue 18% mayor.

En estudios previos, realizados durante 1 año en este mismo lugar, E. Pérez (co-

mun. pers.) encontró que la biomasa aérea antes de la entrada de los animales fue como promedio 5,74 t/ha, aproximadamente. Las diferencias con el dato obtenido por nosotros en el área control son atribuibles a que en ese estudio se midió la materia verde y seca a partir de 15 cm del suelo y no se tomó en cuenta la hojarasca. Otros reportes de biomasa aérea en *P. maximum* han arrojado valores más altos, pero es bien conocida la influencia del riego y la fertilización en la productividad de

TABLE 1. Biomasa aérea (materia verde, seca y hojarasca), subterránea y total (g/m<sup>2</sup> peso seco) en un pastizal de *Panicum maximum*. A = área afectada por pastoreo; B = área control; M.V. = biomasa verde; M.S. = materia seca; H = hojarasca; B.A. = biomasa aérea; R = raíces; BT = biomasa total; (S) = error estándar.

Componentes	Áreas			
	A		B	
	$\bar{X}$	(S)	$\bar{X}$	(S)
M.V.	118,0	(14,6)	185,1	(2,47)
M.S.	204,0	(42,9)	396,7	(24,0)
H	203,0	(16,2)	263,2	(16,4)
B.A.	525,0	(72,6)	845,0	(137,6)
R	223,4	(19,1)	182,7	(17,9)
BT	748,4		1 027,7	
Biota del suelo (g/m <sup>2</sup> )*	0,524		0,234	

\*Microflora y artropodofauna; cálculo para 0-5 cm.

los pastos (Cosker y Teitzel, 1977; Sidax y Seguí, 1978; Hernández y Cáceres, 1983).

En cuanto a la biomasa subterránea, poco estudiada y no tenida generalmente en cuenta en las mediciones de productividad de los pastos en Cuba, R. Herrera y col. (comun. pers.) encontraron 12,3 t/ha en una sabana de *Andropogon tener* y 10,73 t/ha en un pastizal de *Paspalum conjugatum*. Villares et al. (1953) reportaron una biomasa subterránea de 3 t/ha en *P. maximum*, a 30 cm de profundidad, en San Pablo, Brasil, valor comparable al obtenido por nosotros en este pastizal cubano, si se tiene en cuenta que los valores aquí reportados son sólo hasta 5 cm de profundidad.

Sims y Singh (1978), Tesarová et al. (1982) y Tesarová (1983), encontraron que el corte o el pastoreo producían un incremento en la biomasa de raíces, en comparación con pastizales naturales o sin perturbación.

La influencia del pastoreo en las áreas que estudiamos se reflejó también en la densidad de raíces, que fue de 4,5 mg/cm<sup>3</sup> en el área pastoreada y de 3,7 mg/cm<sup>3</sup> en el área control. Estos datos corroboran lo reportado por Fiala (1983) en pastizales de Checoslovaquia.

La biomasa total (aérea + subterránea) fue 1,4 veces mayor en el área control, donde la biomasa aérea constituyó 82% en comparación con 70% para el área con pastoreo. La influencia del pastoreo se observó también en la proporción de la materia seca en relación con la biomasa aérea, que fue 20% más alta en el área control.

Esto significa que el área con pastoreo retorna menos materia orgánica en la hojarasca; sin embargo, esta diferencia es compensada con una producción mayor de raíces y con las heces de los propios animales que consumen la planta.

Al final de la Tabla 1 se ofrecen los cálculos de la biota del suelo hechos en

base del promedio de bacterias y artropodofauna de la hojarasca reportados, respectivamente, para las mismas áreas de estudio, por Orozco et al. (en prensa) y por Martínez et al. (en prensa); y del suelo (com. personal).

Estos valores aproximados, representan 0,2 y 0, 12% de la biomasa de raíces en el área de pastoreo y de control.

En el área con pastoreo, la cantidad de microorganismos del suelo fue mayor, coincidiendo con un mayor aporte de raíces y, por tanto, de materia orgánica degradable al suelo. Se calcula que los exudados radicales constituyen 60% de la biomasa de raíces (peso seco) y son la fuente más importante de nutrientes para la microflora y la fauna edáfica (Lynch y Panting,

1980). En pastizales con corte de la hierba, Tesarová (1983) encontró también que al aumentar la biomasa de raíces, aumentaba la microflora del suelo.

En la Tabla 2 se observa que la biomasa aérea en las dos áreas de estudio contiene prácticamente igual porcentaje de cenizas y materia orgánica (P.P.I.). En las raíces, el área con pastoreo presentó un contenido significativamente mayor de cenizas ( $P < 0,05$ ). Este resultado está en relación con el hecho de que el pastoreo incrementa la tasa de renovación de las raíces y mayor cantidad de raíces muertas pasan al sistema de los descomponedores (Swift et al. 1979; Tesarová et al. 1982; Tesarová, 1983).

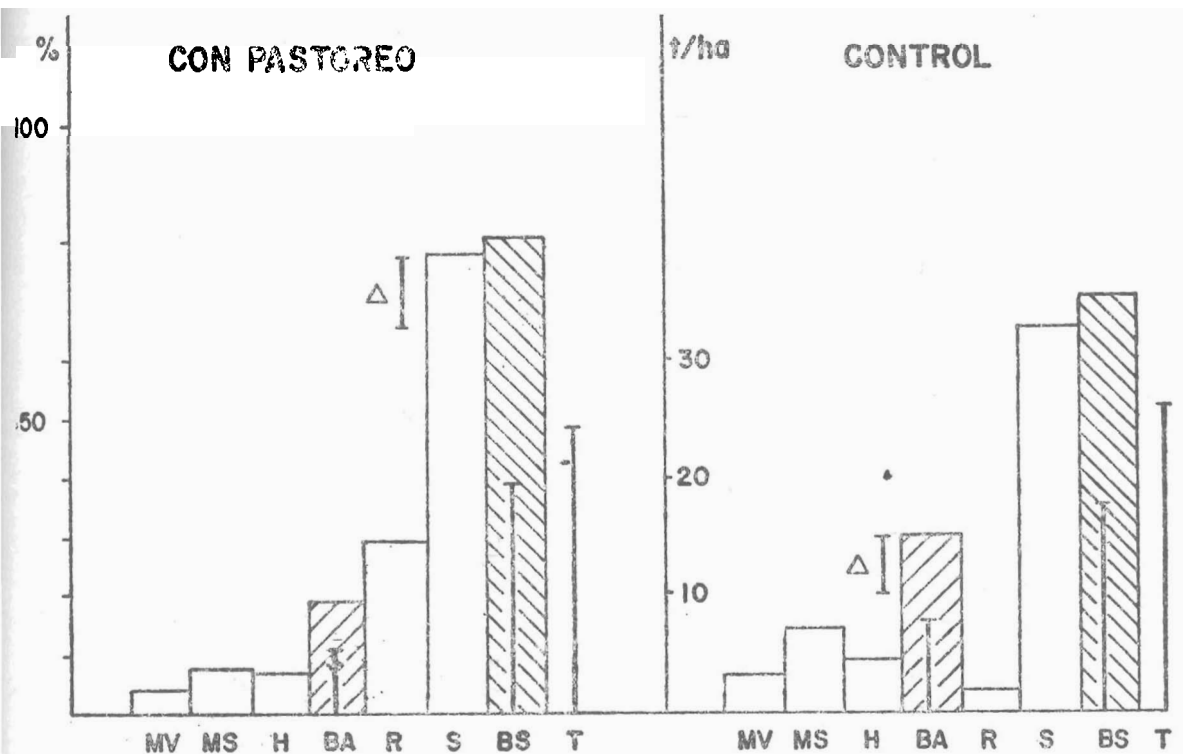


Fig. 2. Aporte relativo (en %) de cada componente a la materia orgánica total en las dos áreas de estudio. MV = biomasa verde; MS = biomasa seca; H = hojarasca; BA = biomasa aérea; R = raíces; S = suelo; BS = biomasa subterránea; T = total; barras oscuras = aporte de materia orgánica (en t/ha);  $\Delta$  I = diferencia entre las dos áreas.

**TABLA 2.** Contenido de carbono, materia orgánica y cenizas en los componentes de la biomasa y en el suelo (0-5 cm), en las áreas de estudio. A = pastizal con pastoreo; B = pastizal sin pastoreo. Valores en porcentaje del peso seco. Valores entre paréntesis = error estándar. Referencias, ver la Tabla 1.

Componentes	A					B					
	Ceniza		M.O.	C		Ceniza		M.O.	C		
<b>M.V.</b> (n = 9)	8,69	(0,32)	91,31	52,96	(0,19)	8,50	(0,37)	91,5	53,07	(0,21)	
<b>M.S.</b> (n = 9)	7,23	(0,29)	92,77	53,81	(0,17)	7,26	(0,43)	92,74	53,79	(0,125)	
<b>H</b> (n = 9)	12,95	(1,36)	87,05	50,49	(0,79)	10,94	(2,29)	89,06	51,66	(1,33)	
<b>R</b> (n = 3)	69,31	(6,8)	30,69	17,80	(3,9)	56,75	(6,3)	42,91	24,21	(3,6)	
<b>Suelo</b> (n = 3)	84,11	(0,62)	15,89	9,22	(0,62)	84,79	(0,61)	15,21	8,82	(0,84)	
Densidad aparente del suelo (g/cm <sup>3</sup> )	1,20							1,13			

La Fig. 2 muestra la distribución relativa del aporte de cada componente a la materia orgánica de todo el sistema. Se evidencia que, mientras el área control hace un aporte casi 11% mayor de materia orgánica en la biomasa aérea, el área con pastoreo hace un aporte 10% mayor de materia orgánica al suelo.

En la Fig. 3 se compara la distribución del carbono en las dos áreas de estudio.

Como es característico en los ecosistemas de pastizales, la mayor reserva de C está en el suelo, sobre todo en los 10-15 cm

superiores, donde se encuentra la mayor biomasa de raíces. Esto diferencia básicamente a este ecosistema de los bosques tropicales, donde la mayor cantidad de C se encuentra en la biomasa aérea (Odum, 1971). Ortega (1982) reportó que en algunos suelos pobres, de pinares, en Cuba, los pastos han mejorado la fertilidad de los suelos, enriqueciéndolos en contenido de humus.

En el área con pastoreo, el C del suelo constituyó 81% del C total, y en el área control 70%. De esta proporción, la biota

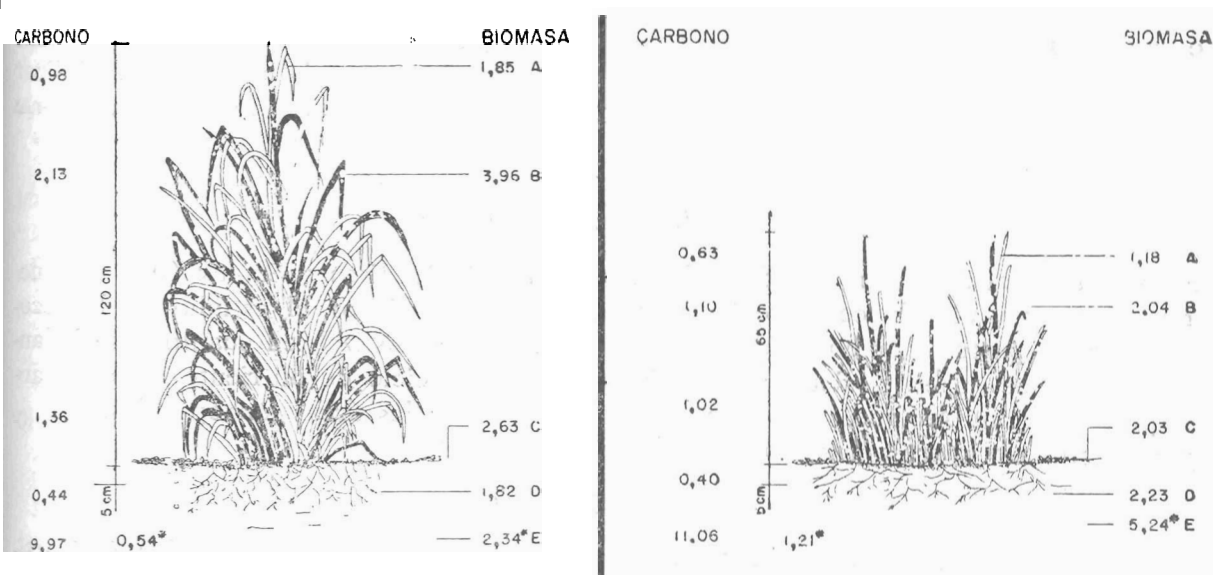


Fig. 3. Distribución del carbono en los componentes del sistema planta-suelo, en las áreas de estudio: izquierda, área control; derecha, área con pastoreo. A = biomasa verde; B = biomasa seca; C = hojarasca; D = raíces; E = materia orgánica del suelo; (A - E en t/ha); \* biomasa y carbono aportado por la biota edáfica (en kg/ha).

edáfica aportó (aproximadamente) 0,01 y 0,05% al C del suelo en las áreas con pastoreo y sin éste, respectivamente. Esta biota es la responsable de que los nutrientes contenidos en la hojarasca retornen al suelo al ser liberados durante la descomposición.

El C que retorna en la hojarasca representó 30 y 37% del carbono que aportó la

biomasa aérea, o 7 y 9% del C total de estas áreas.

El porcentaje de descomposición de *P. maximum*, obtenido en experimentos realizados en bolsas de malla de 1 mm, fue de 23,3% y 17% para un área con corte y sin corte, respectivamente, durante los primeros 6 meses (noviembre a abril). Al cabo de 1 año, se descompuso 93%, aproxima-

damente, para las dos áreas (según Orozco et al., en prensa). Esto indica que durante la época más seca la incorporación de materia orgánica procedente de la hojarasca

se hace más lenta, pero al cabo de 1 año, prácticamente toda la hojarasca que llega al suelo es mineralizada por la actividad de los descomponedores.

## CONCLUSIONES

La influencia del pastoreo en el ecosistema de *P. maximum* estudiado puede considerarse beneficiosa desde dos puntos de vista: uno, porque aumentó el contenido de materia orgánica en el suelo, debido a una mayor tasa de renovación de las raíces, inducida por la actividad del ganado; y dos, porque esta mayor fuente de materia orgánica sustenta poblaciones más altas de microorganismos, tanto microflora como artropodofauna, que, a su vez, contribuyen a la descomposición y humificación de esa

materia orgánica, mejorando las condiciones del suelo.

Estas características son muy importantes a la hora de evaluar el papel de los ecosistemas herbáceos dentro del conjunto de ecosistemas terrestres, ya que su fácil y rápido establecimiento proporcionan no sólo una vía indirecta de obtención de alimento para el hombre, sino el medio más rápido de controlar la erosión y estabilizar la fertilidad del suelo, por su gran aporte de materia orgánica al mismo.

## RECOMENDACIONES

En nuestro país, el manejo adecuado de los pastizales y el balance entre las áreas dedicadas a pastos y a bosques o arboledas dentro del paisaje, debe ser motivo de preocupación. Aunque se han hecho algunos estudios interesantes, por ejemplo:

*Jaula* (1983), *Risco* y *Samek* (1983), es necesario intensificar el estudio de los ecosistemas de pastizal, en cuanto a su balance hídrico, ciclo de nutrientes y papel antierosivo en las áreas antropizadas.

## RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen la ayuda brindada en el trabajo de laboratorio por la Lic. Odalys Mercado, y el cuidadoso trabajo de las técnicas Mervaris Armas y Maritza Rodríguez. Asimismo agradecemos a las Lics.

María O. Orozco y María de los A. Martínez sus datos sobre los conteos de la microflora y la artropodofauna del suelo y la hojarasca del lugar de estudio.

## REFERENCIAS

- Bear, F. E. (1963): *Suelos y fertilizantes*. Ediciones Omega, Barcelona, 458 pp.
- Bennett, H. N. (1955): *Elements of soil conservation*. McGraw Hill, Nueva York, 358 pp.
- Butler, M. D. (1955): *Conserving soil*. D. Van Nostrand, Princeton, 321 pp.
- Cosker, T. H. Mc, y J. K. Teitzel (1977): Una reseña sobre hierba guinea *Panicum maximum*

de los trópicos húmedos de Australia (Departamento de Industrias Fundamentales de Queensland South Johnstone Research Station, Queensland, Australia). Edit. *Información Express Pastos y Forrajes*, CIDA, vol. 1.

Fiala, K. (1982-1983): Annual production and turnover rate of underground plant biomass in a grassland stand-Polygalo-Nardetum. En *Root ecology and its practical application*. Int.



- Symp. Gumpenstein, 1982, Bundesa NS falt. Gumpenstein, Irdning, 1983.
- French, N., A. A. Tithjanova, y P. Zlotin (1980): Comparison of organic matter distribution in various ecosystems [en ruso]. *Ser. Biol.*, 10(2): 8-22 [citado por Tesarová, 1983].
- Hernández, M., y O. Cáceres (1983): Guinea likoni. *Rev. Pastos Forrajes "Indio Hatuey", C. U. de Matanzas*, 6(1):1-16.
- Hussey, A., y S. P. Long (1982): Seasonal changes in weight of above and below ground vegetation and dead plant material in salt marsh at Colne Point, Essex. *J. Ecol.*, 70:757-771.
- Jaula, J. A. (1983): Propuesta para el fitomejoramiento de márgenes de embalses, ríos, cañadas y suelos marginales agrícolas de la Provincia de Pinar del Río. *Resúmenes del I Seminario Científico Forestal*, La Habana, nov. 1983, p. 109.
- Lynch, J. M., y L. M. Panting (1980): Cultivation and the soil biomass. *Soil Biol. Bioch.*, 12: 29-33.
- Martínez, M. A., M. O. Orozco y E. Collazo [en prensa]: Mesofauna asociada a la descomposición de hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* Jacq. En *Memorias del I Simposio de Botánica*, La Habana, julio de 1985.
- Odum, E. P. (1971): *Fundamentals of ecology*. W. B. Saunders, Filadelfia, 574 pp.
- Orozco, M. O., M. A. Martínez y E. Collazo [en prensa]: Estudio de la descomposición de la hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* Jacq. En *Memorias del I Simposio de Botánica*, La Habana, julio de 1985.
- Ortega Sastriques, F. (1982): *La materia orgánica de los suelos y el humus de los suelos de Cuba*. Editorial Academia, 129 pp.
- Risco, E. del y V. Samek (1983): funciones de los bosques. *Resúmenes del I Seminario Científico Forestal*, La Habana, nov. 1983, p. 108.
- Seguí, E. (1981): Selección de *Panicum maximum* Jacq. Resultados del campo número uno con riego. *Rev. Estación Exper. Pastos "Indio Hatuey"*, C.U.M., 41:51-61.
- Sidax, V., y E. Seguí (1978): Variabilidad en *Panicum maximum* Jacq. y algunos resultados de la selección. *Rev. Estación Exper. Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"*, C.U.M., 1:61-78.
- Sims, P. L., y J. L. Singh (1978): The structure and function of ten western North American grassland. III. Net primary production, turnover and efficiencies of energy capture and water use. *J. Ecol.*, 66(2):573-579.
- Swift, H. J., O. W. Heal, y J. M. Anderson (1979): *Decomposition in terrestrial ecosystems*. University of California Press, Berkeley, 372 pp.
- Tesarová, M. (1983): Organic matter distribution in some grassland ecosystems. *Ekologia (CSR)*, 2(2):155-172.
- Tesarová, M., K. Fiala, y V. Studeny (1982): Live and dead roots, their mass ratio in several grassland stands. *Folia Geobot. Phytotax.*, Praga, 17:427-430.
- UNESCO (1979): *Natural resources research. XVI. Tropical grazing land ecosystems* (UNESCO/UNEP/FAO, eds.), 7 Place de Fontanoy 75700, París, 655 pp.
- Villares, J. B., M. Becker, y A. Tundisy (1953): Contribuição para o estudo dos pastagens de capim coloniao, *Panicum maximum*, na produção dos bovinas de corte en regioes tropicais do estado de Sao-Paulo. I. Características do sistema subterrâneo do gramíneo em varios tipos de solos. *Bol. Indus. Animal*, 13:2-23 [citado por UNESCO, 1979].

*Ciencias Biológicas*, 17, 1987

## CARBON DISTRIBUTION IN A GRASSLAND ECOSYSTEM

María E. RODRÍGUEZ  
and Eglis PÉREZ

**ABSTRACT.** Above-ground biomass (green, dead and litter) and below-ground biomass were studied in a *Panicum maximum* protected grassland in Havana City surroundings. Data were compared with those in a grazed area in the same grassland stand. Grazing influence in carbon distribution in above and below-ground biomass and in soil biota are discussed.