

Componentes de la fitomasa en siete pastizales de La Habana, Cuba

Phytomass components in seven grasslands the La Habana, Cuba

Luis HERNÁNDEZ*, Idalmis RODRÍGUEZ**, Gustavo CRESPO**, Bertha SANDRÍNO* y Silvano FRAGA**

RESUMEN. Se estudió el comportamiento de la fitomasa de raíces y demás componentes subterráneos, en las estaciones de lluvia y seca, para siete pastizales de la provincia La Habana, Cuba. Los suelos predominantes en las áreas de estudio corresponden a los Ferrálico Rojo y Pardo Cálculo. En general las especies predominantes son rastreras y muchas de ellas comunes en las áreas de estudio, excepto en uno de los pastizales con Kinggrass CT-115 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum Typhoides*) que es una especie de crecimiento erecto. Los componentes aéreos y subterráneos se dividieron en vivos y muertos. El total de la fitomasa de la planta para finales de la estación de lluvia fluctuó entre 853 y 6842 g. m⁻²; y la relación entre los componentes subterráneos y aéreos para la misma etapa estuvo entre 0.89 y 3.19, presentando los valores más bajos en el pastizal donde predomina *Cynodon nlemfluensis*. Las especies rastreras tuvieron un incremento promedio de la fitomasa subterránea en la capa de suelo 0-10 cm de 309 g. m⁻². a⁻¹ respectivamente; el mayor incremento estuvo en el pastizal plantado de Kinggrass con 2266 g. m⁻². a⁻¹. El porcentaje de los componentes subterráneos es diferente: las raíces variaron entre 24.8 y 35.3; los rizomas entre 16.8 y 43.9 y los detritos entre 18.4 y 58.4; esto evidenció que las mayores variaciones se producen en los detritos y las menores en las raíces. El porcentaje de la fitomasa subterránea viva fue variable entre pastizales, así como entre estaciones del año; en la capa de suelo 0-5 cm, la mitad de los pastizales tuvieron mayores porcentaje de los componentes vivos en la estación lluviosa; por otra parte en la capa 5-10 cm, excepto un pastizal, los demás poseen un mayor porcentaje en la estación de lluvia. El resultado que se obtuvo sugiere que en los pastizales estudiados, la capa de suelo 0-5 cm jugó un papel fundamental en el funcionamiento del ecosistema, pues fue en ella donde se concentró el total de los rizomas, una alta proporción de raíces y también la mayor cantidad de detritos.

PALABRAS CLAVE. fitomasa subterránea, raíces, rizomas, detritos, pastizales y tasa de renovación

ABSTRACT. The behavior of root phytomass and other underground components was assessed in seven grasslands in the La Habana province, Cuba, during the rainy and dry seasons. The prevailing soils were Red Ferralic and Brown Calcareous. In general, dominant species are creepers and very common in the areas under study, except in a grassland covered with King grass CT-115 (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) which is an erect grass. Aerial and underground components were divided in live and dead. Total plant phytomass at the end of the rainy season ranged between 853 and 6842 g/m² and the relation between aerial and underground components was between 0.89 and 3.19; the lowest values were found in a grassland where *Cynodon nlemfluensis* is dominant. Creeping species had a mean increase of 309 g/m²/a in underground phytomass in the 0-10 cm soil layer respectively. The highest increase was 2266 g/m²/a in the King grass plot. The percentage of underground components was different: roots varied between 24.8 and 35.3, rhizomes between 16.8 and 43.9 and detriti 18.4 and 58.4, implying that the highest variations are found in detriti and the lowest in roots. The percentage of live root phytomass varied among grasslands and seasons. In the 0-5 cm layer, half the grasslands had a higher percentage in live components during the rainy season whereas in the 5-10 cm layer all grasslands but one had a higher percentage during the rainy season. Results suggest that in these grasslands the 0-5 cm layer played a fundamental role in the ecosystem functioning since all rhizomes, a high proportion of roots and the highest amount of detritus are found in this layer.

KEY WORDS. underground biomass, roots, rhizomes, detritus, grasslands, renovation rate

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se buscan técnicas para el manejo y conservación de los ecosistemas agrícolas. Según Altieri (1997), mediante métodos ecológicos se utiliza de manera racional el uso del suelo, así como la conservación y mejora de la diversidad biológica. También, la interacción entre los componente de la fitomasa de la planta es de gran utilidad para conocer el funcionamiento de los ecosistemas, y sirve de base para pronosticar manejos adecuados y sustentables de estos.

Para tomar el agua y los nutrientes del suelo, las plantas invierten grandes cantidades de reservas en el desarrollo del sistema radical y los rizomas. En los ecosistemas de sabanas y pastizales la proporción de biomasa subterránea puede exceder el 80 % de total de la planta (Stanton, 1988) y gran cantidad de ésta pertenece a las raíces finas, las cuales sirven de soporte al complejo microbiológico y a la micro y

macrofauna de la comunidad edáfica (Hernández y Rodríguez 2001).

En los trópicos las investigaciones de la biomasa radical subterránea y demás componentes subterráneos han sido menos estudiados que en los países templados, Lamotte (1975), hace referencia de algunos de estos aspectos sobre la estructura y funcionamiento de una sabana tropical en Costa de Marfil, África.

En Cuba, Fiala y Herrera (1988) estudiaron la fitomasa aérea y subterránea en sabanas de tres localidades: Isla de la Juventud, Yaguaramas y Sierra del Rosario; por otra parte, García *et al.*, 1990 señalaron los cambios de la fitomasa de raíces en la loma "Las Peladas", en Sierra Rosario. También Hernández 1999 estudió la dinámica de la fitomasa subterránea en un pastizal de *Paspalum notatum*, en la Sierra del Rosario.

A partir de 1989, comenzó a llevarse a cabo en nuestro país una nueva política de explotación de los pastos, que

Manuscrito recibido: 2 de Junio de 2010.

Manuscrito aprobado: 5 de Julio de 2010.

*Instituto de Ecología y Sistemática, C. P. 11900, La Habana 19, Cuba.

**Instituto de Ciencia Animal. Carretera Central Km 47^{1/2}, Apartado 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

elimina la utilización de altos insumos y emplea fórmulas para el desarrollo sostenible de los mismos (Pérez, *et al.*, 1996). En el Instituto de Ecología y Sistemática se han realizado estudios ecológicos integrados en pastizales desde 1991, que incluyen el comportamiento de la fitomasa subterránea (Hernández y Armas 1993, Hernández y Cárdenas 1995, Pérez *et al.*, 1996 y Hernández y Rodríguez 2001 y Fiala *et al.*, 2001).

Los objetivos de este trabajo fue caracterizar el comportamiento subterráneo en diferentes pastizales pertenecientes a vaquerías de la provincia La Habana y determinar las relaciones entre los componentes de la planta como base para pronosticar índices de diagnóstico del uso y conservación del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en siete pastizales de la provincia de La Habana durante el período de lluvia (2001) y de seca (2002). Las características edafocimáticas y de la vegetación predominante en los diferentes pastizales estudiados son las siguientes:

Pastizal. I. Genético 2, ICA. *Cynodon nlemfuensis* Vaden, *Paspalum notatum* Flüggé, *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapt y *Sporobolus indicus* (L) R. Br.. Suelo Ferrálico Rojo.

Pastizal. II.- Vaquería 14, Nazareno. *Cynodon nlemfuensis* Vaden, *Paspalum notatum* Flüggé, *Sporobolus indicus* (L) R. Br, *Hibiscus* sp., *Dichanthium anulatus* (Forsk) Stapt, *Desmodium triflorum* (L) DC., y *Mimosa pudica* L. Suelo Húmico Aluvial.

Pastizal. III.- Vaquería 20, V. del Perú. *Dygitaria decumbens* Stent, *Sporobolus indicus*, *Paspalum notatum* y *Hibiscus* sp. Suelo Pardo Cálculo

Pastizal. IV.- Vaquería 14, V. del Perú. *Cynodon nlemfuensis* Vaden, *Dichanthium annulatum* (Forsk) Stapt, *Paspalum virginianum* L. y *Sporobolus indicus* (L) R. Br. Suelo Pardo Cálculo.

Pastizal. V. Vaquería 02, Nazareno.. *Cynodon nlemfuensis* Vaden, *Paspalum notatum* Flüggé, *Dichanthium anulatus* (Forsk) Stapt, *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapt, y *Mimosa pudica* L.. Suelo Ferrálico rojo.

Pastizal. VI.- Genético 4, ICA. *Cynodon nlemfuensis* Vaden, *Sporobolus indicus* (L) R. Br, *Paspalum notatum* Flüggé, *Mimosa pudica* L., *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapt e *Hibiscus* sp. Suelo Ferrálico Rojo.

Pastizal. VII.- Genético 4, ICA. *Pennisetum purpureum* (Forsk) Stapt, x *Pennisetum typhoides* sp. (King grass Cuba CT-115). Suelo Ferrálico Rojo.

En general las especies de gramíneas predominantes son rastreras y muchas de ellas comunes en las áreas de estudio, excepto el Pastizal VII, donde se desarrolla el King grass Cuba CT-115 que es una especie de crecimiento erecto. La clasificación de los suelos se realizó según Hernández *et al.* (1999). El promedio anual de las precipitaciones es alrededor de 1200-1600 mm y la temperatura promedio anual es entre 24.8 y 25.2 °C (Academia Nacional de Cuba, 1989).

Muestreo de la fitomasa. En cada pastizal, se escogió un cuartón y a través de un transecto de forma aleatoria se colectaron en cinco parcelas de 50x50 cm la fitomasa de la

parte aérea y tres muestras en cada parcela con cilindro de 50 mm de diámetro hasta 10 cm de profundidad. Una de las muestras tomadas con cilindro en cada parcela se dividió de 0-5 cm y 5-10 de profundidad para el estudio de los componentes vivos y muertos. En el Pastizal VI, en la estación de seca, no se pudo realizar el muestreo programado porque el pasto fue roturado.

Componentes de la fitomasa

Parte aérea. El material colectado se separó en fitomasa viva y muerta en pie, y en el piso (hojarasca).

Parte subterránea. El material fue lavado en bolsa con paso de malla 0.1 mm con abundante agua. Las muestras se colectaron de 0-5 y 5-10 cm de profundidad y se determinaron los componentes vivos y muertos, mediante una tinción con Rojo Congo al 1% (Ward *et al.*, 1978; Tesarova *et al.*, 1982). El material fue separado en raíces, rizomas y detritos (vivos y muertos). Las raíces, a su vez, después de lavadas, de acuerdo a su diámetro se dividieron en: raíces gruesas (> 0.5 mm), intermedias (0.2-0.5 mm) y raíces finas o raicillas (< 0.2 mm). El material después de lavado y separado fue secado en estufa a 70 °C durante más de 24 horas para la determinación gravimétrica de la biomasa.

Análisis de los datos. La producción y desaparición de la fitomasa de los componentes subterráneos se estimaron mediante los incrementos o decrementos entre las estaciones climáticas de lluvia y seca; de acuerdo al método propuesto por Sims y Singh (1978), basado fundamentalmente en los trabajos de investigación de Singh y Yadava (1974). El análisis de la tasa de incremento y desaparición de la biomasa de raíces se estimó mediante la fórmula usadas por Pérez y Smid (1984) (según métodos de Kvet *et al.*, 1971). La fórmula fué la siguiente:

$$C = \frac{W_2 - W_1}{P(t_2 - t_1)} = \text{g.m}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$$

donde:

W₁ = Biomasa a un tiempo inicial

W₂ = Biomasa a un tiempo final

P = m²

t₁ = Tiempo inicial

t₂ = Tiempo final

C = Incremento o Disminución

La Tasa de Renovación (TR) se calculó por Singh y Singh (1981) usando la fórmula:

$$TR = \frac{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}}{X}$$

donde:

X max: Biomasa máxima (g).

X min: Biomasa mínima (g)

X: Biomasa promedio (g)

TR: Tasa de Renovación.

Análisis estadístico. Se realizó el análisis de varianza para la fitomasa subterránea total y cada uno de sus componentes entre las parcelas de cada pastizal y entre los pastizales en las

estaciones climáticas de lluvia y seca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componentes de la fitomasa aérea y subterránea y sus relaciones. La fitomasa total de la planta fluctúa entre el 852.95 y 6841.63 g.m⁻² para finales de la estación de lluvia. La fitomasa en los pastizales con gramíneas rastrera (Pastizales del I al VI) tienen un promedio de 1264.61 g.m⁻² (EE = 106.68), más de cinco veces menor que el Pastizal VII donde la vegetación está compuesta solo por una especie (King grass, CT - 115); éstas diferencias son notables de igual forma tanto en la fitomasa subterránea (Tabla 1) como en la fitomasa aérea (Tabla 2). La relación entre la fitomasa subterránea y la aérea fluctúan entre 0.89 y 3.19, presentando los valores más bajos en el Pastizal I, donde predomina el *Cynodon nlemfuensis*.

Tabla 1. Fitomasa subterránea (g. m⁻²) según las profundidades y las estaciones climáticas en diferentes pastizales de la Provincia de la Habana.

Pastizales	Estación de Lluvia		Estación de seca	
	Prof. 0-5 cm	Prof. 5-10 cm	Prof. 0-5 cm	Prof. 5-10 cm
Pastizal I	447 a (85)	131 a (25)	461 a (128)	96 a (29)
Pastizal II	465 a (69)	73 a (11)	773 b (95)	217 b (27)
Pastizal III	777 a (105)	149 a (16)	1464 b (176)	330 b (40)
Pastizal VI	967 a (61)	139 a (9)	706 b (92)	134 a (20)
Pastizal V	743 a (104)	134 a (19)	966 b (138)	184 b (26)
Pastizal VI	592 (108)	120 (22)	- -	- -
Pastizal VII	3638 a (495)	419 a (57)	1553 b (694)	238 b (53)

() = Error estándar de la media. Letras iguales en una misma fila y profundidad, no difieren significativamente para $p < 0.05$, por una prueba de Duncan.

Tabla 2. Fitomasa aérea total (g.m⁻²) en diferentes pastizales de la provincia de La Habana, Cuba. Estación climática de lluvia.

Nº Muestra	Pasto I	Pasto II	Pasto III	Pasto IV	Pasto V	Pasto VI	Pasto VII
1	730.0	324.0	426.0	538.0	410.0	168.0	1455.0
2	658.0	234.0	374.0	422.0	404.0	164.0	3361.0
3	708.0	306.0	420.0	272.0	674.0	398.0	3789.0
4	672.0	474.0	356.0	226.0	676.0	588.0	2742.0
5	448.0	238.0	460.0	278.0	452.0	582.0	2524.0
Promedio	643.2	315.2	407.2	347.2	523.2	380.0	2774.2
ES	50.4	43.5	44.2	57.9	62.5	93.8	398.6

Hernández (2002) en pastizales de la Sierra del Rosario en la estación de seca obtuvo valores de la relación entre la fitomasa subterránea total y la aérea total en 4 pastizales un promedio de 3.5 y en uno de los pastizales alcanzo un valor de 14.3, este último valor no se ha observado en ninguno de los pastizales analizados en Cuba. Hernández y Fiala (1992) y Hernández (1999); en este mismo orden, en pastizales al

norroeste de la Sierra del Rosario obtuvieron valores entre 1.71-2.21; Fiala y Herrera (1988), en diferentes pastizales y sabanas de la región occidental de Cuba ofrecieron valores por debajo de 3.0 a finales de la estación de lluvia.

Hernández (1999) observó que la relación entre la fitomasa subterránea y aérea varía con la estación climática y por consiguiente con el periodo vegetativo. Los valores de esta relación fluctuaron de máximos entre 1.53 – 4.19 en el periodo seco y valores mínimos de hasta 0.23 en el periodo más húmedo.

Fitomasa subterránea total. EL promedio de la fitomasa subterránea total en las estaciones climáticas de lluvia y seca para la capa de suelo 0-10 cm (Fig. 1) fluctúa entre 571 y 2929 g.m⁻², no existen diferencias significativas entre las estaciones climáticas en los pastizales I y V; en los pastizales II, III y VII las diferencias son altas ($p < 0.001$) y en el pastizal IV para $p < 0.01$). En la estaciones de lluvia y seca en las capas de suelo 0-5 o 5-10 cm (Tabla 1) existen diferencias ($p < 0.05$) en los pastizales estudiados excepto el pastizal I que difiere de los demás, al no presentar diferencias entre las estaciones climática. En la estación de seca para la capa de suelo 0-5 cm la fitomasa subterránea (Tabla 1) se incrementa en los pastizales II, III y V; y en la de lluvia en los pastizales IV y VII. Por otra parte, en la capa 5-10 cm, estación de seca el incremento se produce en los pastizales I, IV y V; mientras que en los pastizales II, III y VII lo hacen en la estación de lluvia; lo que nos indican que los pastizales estudiados en general desde el punto de vista funcional se comportan de forma diferente.

Las especies rastreras tienen un incremento promedio, en la capa de suelo 0-10 cm de 309 g.m⁻².a⁻¹, fluctuando entre valores máximos y mínimos de 49 y 503 g.m⁻².a⁻¹ respectivamente. Es de notar que el pastizal VII posee un incremento en ambas capa de suelo de 2266 g.m⁻².a⁻¹.

La fitomasa subterránea total en el pastizal (Hernández y Sandrino, 2002) fluctúa con la edad de pastizal y con la estación del año; en la estación de seca es mayor que en la de lluvia, obteniendo diferencias entre el año 2000 (estación de lluvia) y el año 2002 (estación de lluvia) es de 550.14 g.m⁻², que difieren significativamente para $p < 0.05$. Sin embargo para el año 2002, aunque no difieren de forma significativa, la estación de seca tiene una fitomasa mayor que excede los 249.19 gm². Hernández y Rodríguez (2001) observaron que en los pastizales donde se aplica el sistema de Pastoreo Tradicional los resultados se comportan de igual forma, que los pastizales antes analizados, mayor fitomasa en la estación de seca, no obstante en el Pastoreo Racional Voisin donde la carga es más alta el resultado fue diferente.

Los porcentajes de los componentes la fitomasa viva (Hernández y Sandrino, 2002) son mayores en la estación de lluvia. En los componentes aéreos se incrementa con el periodo vegetativo y en los componentes subterráneos aunque disminuyen en la estación de lluvia producto de la traslación de los nutrientes a la parte aérea, también disminuyen los componentes muertos debido al incremento de la actividad de

la biota edáfica al mejorar las condiciones de humedad del suelo.

Los porcentaje de la fitomasa viva de la planta (aéreos y subterráneos) fluctuaron entre 45.7 y 59.7 para la de lluvia. Hernández (2002), en diferentes pastizales del Suroeste de la Sierra del Rosario obtuvo valores del porcentaje de la fitomasa viva (22.8-43.1), para la estación de seca por debajo de los obtenidos en el IIPF “Niña Bonita”, en ambas estaciones, donde el suelo y la vegetación son diferentes. Resultados comparables fueron reflejados por Fiala (1990) en un clima templado.

Estos resultados nos indican que en los pastos la mayor proporción de los componentes de la planta se presentan en los órganos subterráneos, corroborando lo planteado por Hernández *et al.* (1998), que en los pastizales la mayor cantidad de carbono se presenta en los órganos subterráneos, mientras que en los bosques en los componentes aéreos; principalmente en los tallos y ramas (Hernández, 2004) que se mantienen y se incrementan anualmente.

En la estación climática de seca en la capa de suelo 0-5 cm (Fig. 1) los pastizales I, II, IV y V no difieren entre sí y tampoco los pastizales II y IV; en la capa de suelo 5-10 cm no difieren entre sí los pastizales: I y IV, II y VII y los II y V. En cada estación climática la profundidad 0-5 cm difiere significativamente ($p < 0.001$) de la capa 5-10 cm para cada

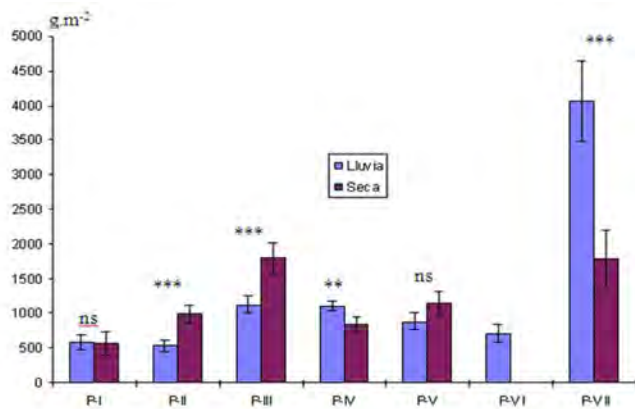


Fig. 1. Fitomasa subterránea en las estaciones climáticas de lluvia y seca en diferentes pastizales de la provincia de La Habana, Cuba. Profundidad 0-10 cm. Líneas verticales representan el error estándar de la media.

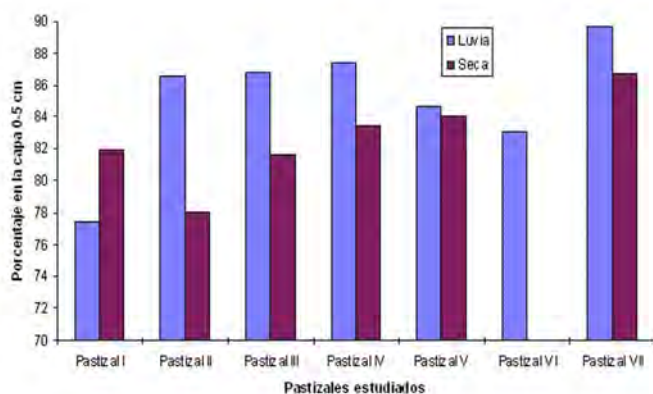


Fig. 2. Porcentaje de la fitomasa subterránea en las capas de suelo 0-5 cm, para un perfil de 10 cm de profundidad, en diferentes pastizales de la provincia de La Habana, Cuba.

uno de los pastizales estudiados. Entre el 77.4 y el 89.7% de la fitomasa subterránea (Fig. 2), para el perfil 0-10 cm, se concentra en la capa 0-5 cm y los rizomas solo se presentan en ésta; la concentración en esta capa (0-5 cm) como promedio, para la estación de lluvia fue de 85.1% y en la de seca 82.6% (promedio de los pastizales estudiados).

Los mayores incrementos o disminuciones de la fitomasa subterránea entre las estaciones climáticas (lluvia o seca) se producen en la capa 0-5 cm. Los pastizales II, III y V incrementan la fitomasa en la estación de seca, sin embargo los pastizales IV y VII, lo hacen en la estación de lluvia. El pastizal I los incrementos o disminuciones no son notables, por otra parte el pastizal VII (Kinggrass) posee un incremento notable en la estación de lluvia (2085 g.m⁻²), lo que nos indica que esta especie depende fuertemente de la humedad del suelo.

Hernández (1999) en un pastizal de *Paspalum notatum*, al NE de la Sierra del Rosario, encontró valores promedio de la fitomasa subterránea total de 1408 g.m⁻². Hernández (inédito), en el Cuartón 19, con Pasto Estrella del Genético 4 en áreas del ICA (hoy plantado de Kinggrass), observó valores de aproximadamente de 1000 g.m⁻². También Crespo y Lazo (2001) ofrecen valores entre 905 y 1132 g.m⁻² para tres especies de pastos en áreas del ICA.

La Tasa de Renovación (profundidad 0-10 cm) para la fitomasa subterránea total (Fig. 7) fue de 0.39, semejante al obtenido por Hernández (2002) en cinco pastizales de la Sierra del Rosario (0.40) y menor que el observado por Hernández (1999) en pastizales de *Paspalum notatum*, al NE de la Sierra del Rosario (0.76). Estos valores fueron más bajos que los observados por Hernández (2003) en un pastizal con predominio de *Panicum maximum* en una finca agroecológica (0.70) en el IIPF “Niña Bonita”.

Componentes de la fitomasa subterránea. En los pastizales estudiados el porcentaje de los componentes subterráneos (Fig. 4) es diferente: las raíces varían entre 24.8 y 35.3, los rizomas entre 16.8 y 43.9 y los detritos entre 18.4 y 58.4; lo que indica que las mayores variaciones se producen en los detritos y las menores en las raíces.

Se observan también diferencias en la proporción de las diferentes clases de raíces (Fig. 5), los mayores porcentajes de raíces finas (< 0.2 mm de diámetro) en la estación de lluvia se presentan en los Pastizales V y VI, y los menores en los pastizales I, IV y VII; pero en la estación climática de seca los pastizales II, IV y V tuvieron los porcentajes más altos de raíces finas. Debe notarse que las pastizales I y VI en ambas estaciones climáticas mantuvieron la mayor proporción de raíces gruesas.

Fitomasa de raíces. En la estación climática de lluvia y seca, en los pastizales estudiados, la fitomasa de raíces vivas (Fig. 3) no difieren significativamente ($p < 0.001$), excepto en el pastizal VII (en la estación de lluvia) y las raíces muertas en ninguno de los pastizales. La fitomasa promedio de raíces (vivas y muertas) en las estaciones de lluvia y seca fue semejante con 358 y 343 g.m⁻². En los pastizales I, IV y VII la fitomasa de raíces vivas se incrementa en la estación de lluvia y en los demás en la de seca; lo mismo sucede con la fitomasa de raíces muertas excepto en el pastizal VII que disminuye en la estación de seca.

En la capa de suelo 0-5 cm no existen diferencias notables en el porcentaje de raíces vivas (Fig. 3) entre las estaciones

climáticas de lluvia y seca excepto en el pastizal VII. Si analizamos todo el perfil (0-10 cm), en la mayor parte de los pastizales en la estación de seca existe un mayor porcentaje de raíces vivas.

El incremento promedio de las raíces en los pastizales estudiados en las especies rastreras fue de 101 (± 26) g.m⁻², incluyendo el pastizal VII que asciende a 219 (± 119) g.m⁻².

La Tasa de Renovación de las raíces es variable (Fig. 7) en los diferentes pastizales estudiados para la capa de suelo 0-10 cm, los valores fluctúan entre 0.28 (pastizal II) y 0.88 (pastizal IV) para un promedio de todos de 0.52, valor por debajo de los rizomas, pero por encima de los detritos (Fig. 7).

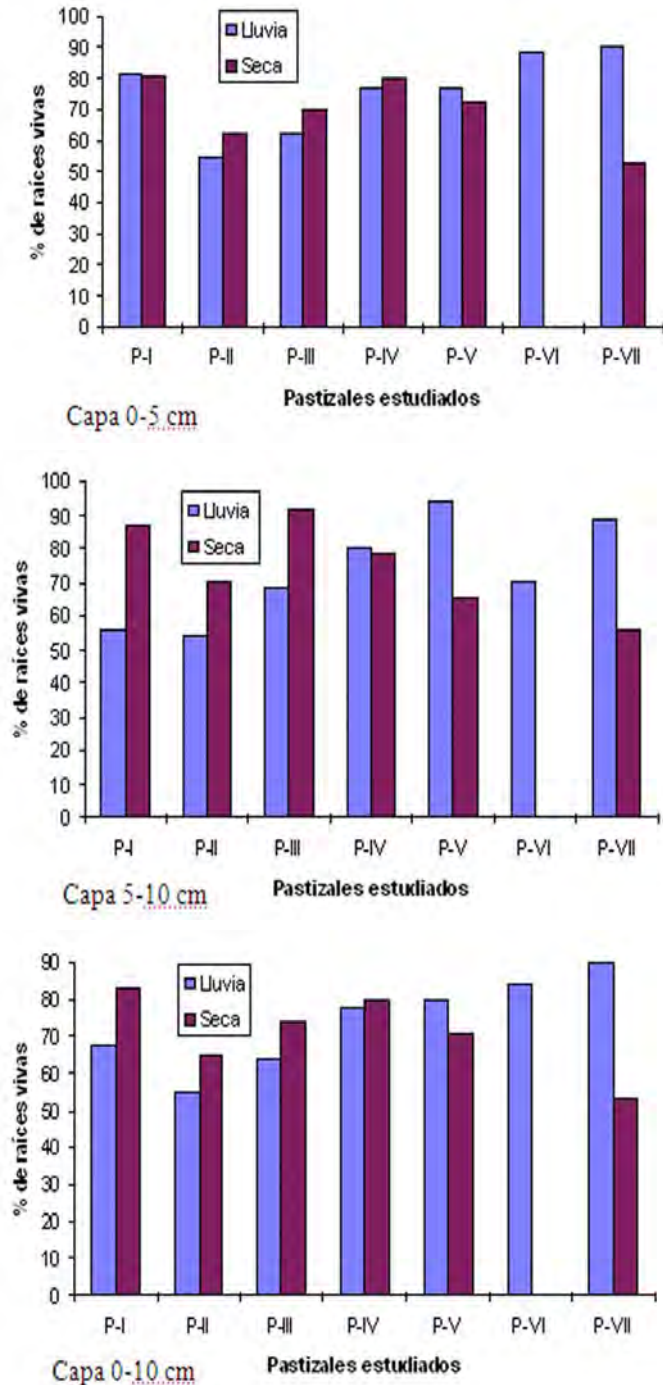


Fig.3. Porcentaje de raíces vivas, según capas de suelo, en diferentes pastizales de la provincia de La Habana, Cuba.

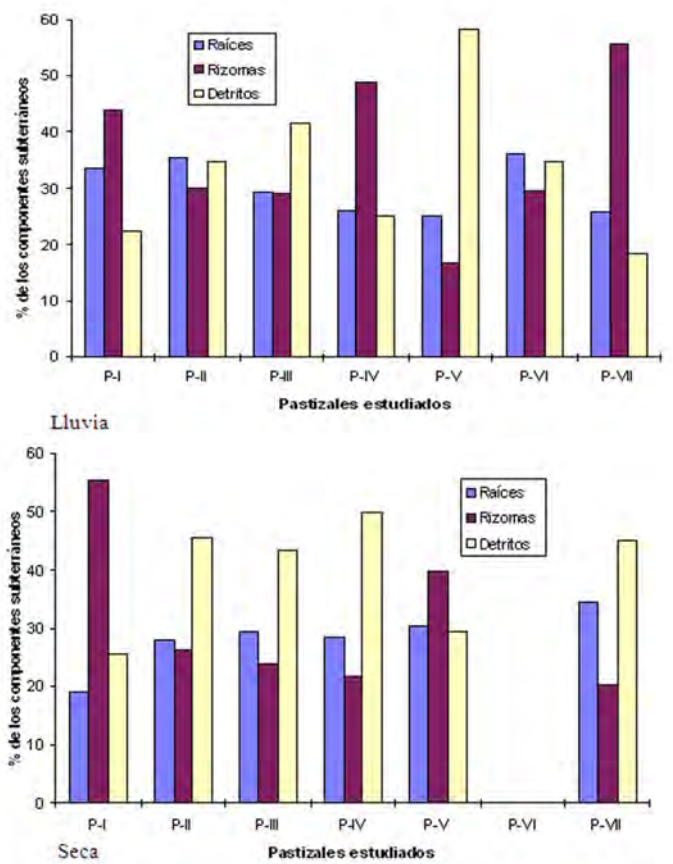


Fig. 4. Porcentaje de los componentes subterráneos en la capa de suelo 0-10 cm en diferentes pastizales de la provincia de La Habana, Cuba.

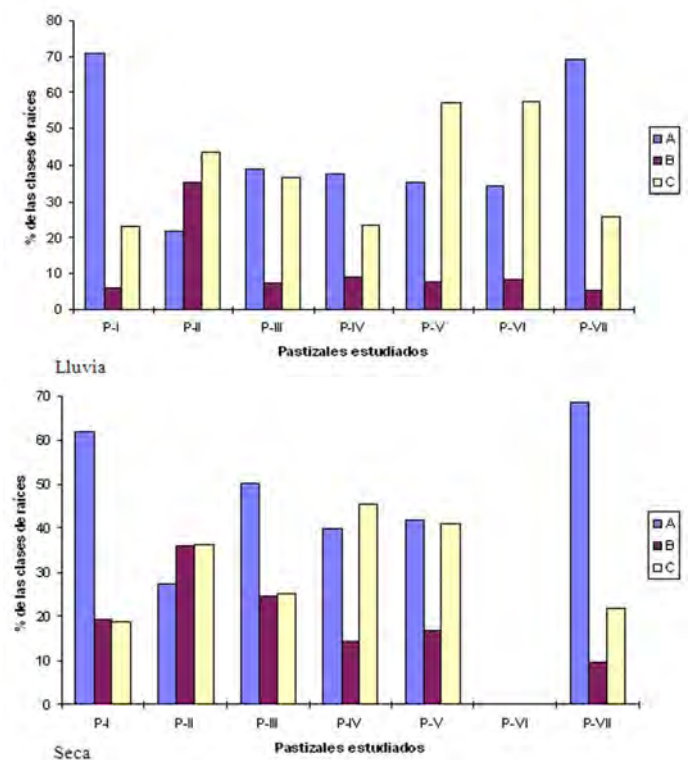


Fig. 5. Porcentaje de las clases de raíces en la capa de suelo 0-10 cm en diferentes pastizales de la provincia de La Habana, Cuba. Clases de raíces según su diámetro: A= Raíces > 0.5 mm, B= Raíces 0.2-0.5 mm y C= Raíces < 0.2 mm.

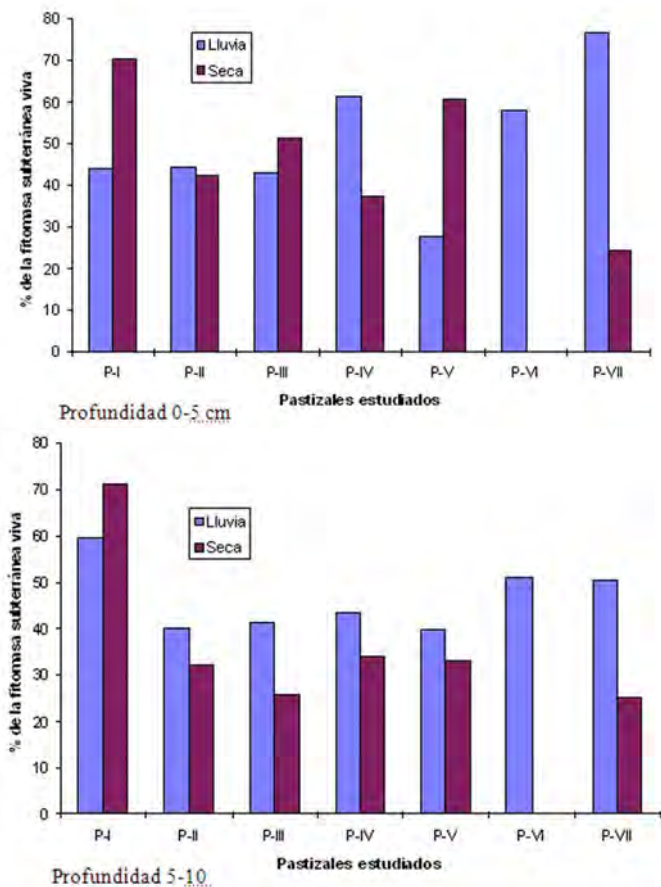


Fig. 6. Porcentaje de la fitomasa subterránea total viva según capas de suelo en diferentes pastizales de la provincia de La Habana, Cuba.

Fitomasa de los rizomas. En los pastizales estudiados la fitomasa de los rizomas se encuentra en la capa de suelo 0-5 cm. La fitomasa de los rizomas (vivos y muertos) es variable en los diferentes pastizales estudiados (Fig. 4), así como en las estaciones climáticas de lluvia y seca. Los valores más bajos de la fitomasa de los rizomas vivos se encuentran en el pastizal I en la estación de lluvia (77 g.m^{-2}) y en el pastizal VII en la estación de seca (104 g.m^{-2}), no obstante en el pastizal I en la estación de seca el 100% de los rizomas estaban vivos en todas las muestras y en esta misma estación el pastizal VII presentó el porcentaje más bajo de rizomas vivos. Los resultados encontrados en los pastizales I y VII nos indican que el primero presentó problemas por exceso de humedad en el período lluvioso, por otra parte el segundo tuvo déficit hídrico en la estación de seca.

El incremento de los rizomas es variable: en los pastizales I, II, III y V se produce en la estación de seca y en los IV y V en la estación de lluvia. Los pastizales con predominio de especies rastreras poseen un incremento promedio para el año de estudio de $242 (\pm 64) \text{ g.m}^{-2}$ y en el pastizal VII con especie erecta o macollos (Kinggrass) tuvo un incremento en la estación de lluvia de 2091 g.m^{-2} .

El promedio de la TR de los rizomas de los pastizales estudiados (Fig. 7) fue de $0.75 (\pm 0.20)$, mucho más alto que el de las raíces (0.39) y que los detritos (0.40). La TR de los rizomas vivos y muertos varía en los diferentes pastizales investigados; la menor TR del total de los componentes vivos

y muertos se produce en el pastizal I, los pastizales II y III, y los IV y V varían poco entre sí, pero el mayor valor está en el pastizal VII. Hernández (2003) obtuvo valores tan altos como el pastizal VII (0.78) en pastizales también con kinggrass (0.90) para la fitomasa subterránea total, en áreas del IIPF "Niña Bonita", lo que nos indica que el proceso de renovación de la materia orgánica en estos pastos es muy alto.

Fitomasa de los detritos. Excepto el pastizal V la fitomasa de los detritos es mayor en la estación climática de seca (Fig. 4). En los pastizales I y VII las diferencias entre estaciones es muy baja. En las estaciones de lluvia no existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los pastizales I, II, IV y VI, ni entre los pastizales II y V; pero el pastizal VII difiere de todos. En la estación de seca los pastizales II, IV y V no difieren significativamente ($p < 0.05$), ni los pastizales II y VII Pero el pastizal I difiere de todos.

El incremento promedio de los detritos en los pastizales estudiados fue de $170 (\pm 53) \text{ g.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$; destacando que los valores más bajos se presentaron en el pastizal I ($14 \text{ g.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$) y los más altos en el pastizal III ($364 \text{ g.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$), por otra parte debemos destacar que solo el pastizal V se incrementa en la estación climática de lluvia.

La TR promedio de los detritos (Fig. 7) en los pastizales fue de 0.40 semejante al de la fitomasa subterránea total (0.39), pero menor que el de las raíces y los rizomas. Existen diferencias notables en cuanto a la TR de los diferentes componentes de los pastizales investigados, lo que pudiera estar dado por las diferencias edáfica, de la vegetación y de la actividad de la biota entre otros.

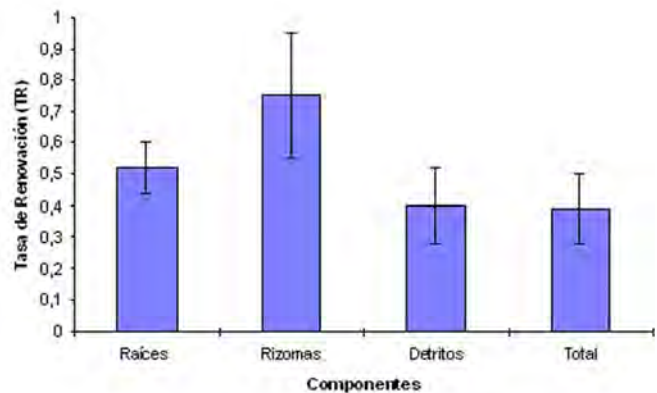


Fig. 7. Promedio de la Tasa de Renovación (TR) de la fitomasa de los componentes subterráneos para diferentes vaquerías de la provincia de La Habana, Cuba. Profundidad 0-10 cm. Líneas perpendiculares en las barras es igual al error estándar de la media

Distribución vertical de los componentes subterráneos.

La fitomasa de los componentes subterráneos en las capas de suelo analizadas (Tabla 1) en la estación de seca todos son mayores que en la lluvia, aunque por lo general éstas diferencias no son significativas ($p < 0.05$). igual forma sucede en las diferentes clases de raíces, la mayor fitomasa se encuentra en la estación seca; pero las diferencias son significativas ($p < 0.05$) solo en las raíces gruesas en la capa 0-5cm. Los rizomas solo se presentan en la capa 0-5 cm.

Hernández (1999) demostró que la mayor fitomasa subterránea total estuvo concentrada en la capa superficial del

suelo (0-5 cm) representando el 65% de todo el perfil y en la capa 0-15 cm se concentra el 77.9 % (1262 g m⁻²) de esta fitomasa. Para la capa 0-15 cm el 84 % de la fitomasa, estuvo concentrada en la capa de suelo 0-5 cm, lo que equivale a 1060 g.m⁻². También Hernández *et al.* (1998) obtuvieron en un pastizal de *Cynodon nlemfuensis* que en los primeros 15 cm de suelo (para un perfil de 95 cm de profundidad) se presentó el 70 % de la fitomasa de raíces y el 86 % de los detritos.

Kellman y Sanmugadas (1985) en Belice, Centro América, encontraron en perfiles de suelo de 60 cm de profundidad, valores semejante a los nuestros donde en la capa 0-5 cm se encontró el 62.9 %, mientras que en la de 0-10 cm se obtuvo el 84 % de la fitomasa radical.

Voisin (1962) en base a los resultados obtenidos por Klapp (1943), planteó que la acumulación de raíces en la capa superior (0-5 cm) fue más alta cuando se incrementó la rotación o el número de cortes en los pastos. Estos aspectos fueron corroborados también por Rodríguez *et al.* (1995, 1996).

Los resultados antes expuestos demuestran que en los pastizales y sabanas, la capa de suelo 0-5 cm juega un papel fundamental en el funcionamiento del ecosistema, pues fue en ella donde se concentraron el total de los rizomas, una alta proporción de raíces y también la mayor proporción de detritos.

Fitomasa aérea en la estación climática de lluvia. En la estación climática de lluvia, la fitomasa aérea promedio (Tabla 2) de las especies rastreras (Pastizales I, II, III, IV, V y VI) fue de 436 (± 51) g.m⁻², 6 veces menor que el aportado por el Kinggrass (2774 g.m⁻²). Dentro de las especies rastreras el mayor valor de la fitomasa aérea está en el pastizal I del ICA con *Cynodon nlemfuensis* (643.2 g.m⁻²), donde se presentaron los valores más bajos de la fitomasa subterránea en ambas estaciones climáticas.

Según Hernández (2003) en el IIPF "Niña Bonita", en la estación de lluvia las gramíneas vivas se incrementan entre 79.35 – 120.2 g.m⁻² y las leguminosas entre 2-10.6 g.m⁻² para un pastizal con predominio de *Panicum maximum*. Se aprecia que la fitomasa aérea se comporta de forma inversa que la subterránea; y que esta se incrementa con el tiempo (2000-2002) fue 1.5 veces, y siendo más notable en los componentes muertos.

Los valores de la fitomasa aérea total en el pastizal estudiado son superiores a los obtenidos por Hernández (2002) en pastizales de la Sierra del Rosario para la estación de (106-324 g.m⁻²). Los valores de la fitomasa aérea total en estos pastizales resultan cercanos a los ofrecidos en otros estudios realizados en Cuba, donde reportan valores que oscilan en un rango, que va desde 600 a 1300 g m⁻² (Lastres y Segué, 1981; Pérez y Smid, 1984; Menéndez, 1986; Fiala y Herrera, 1988 y Hernández, 1999).

Los valores de la fitomasa aérea ofrecidos para la estación climática de lluvia, pudieran estar dentro de los más altos en estos pastizales, teniendo en cuenta lo planteado por Hernández (1999) para las regiones con estos niveles de precipitación, donde los valores más altos de la fitomasa aérea se acumulan en los meses de Septiembre y Octubre y los más bajos en la estación de seca en los meses de Marzo y Abril, de forma contraria se producen en los componentes de la

fitomasa subterránea. No obstante, además debemos tener en cuenta el régimen de explotación de cada pastizal, así como las especies que lo componen.

CONCLUSIONES

- ◆ En la capa de suelo 0-5 cm se encontró la mayor cantidad de fitomasa subterránea, así como la mayor proporción de raíces.
- ◆ Los pastizales estudiados poseen alta estabilidad, posiblemente porque las variaciones producidas en la renovación de los componentes subterráneos para las diferentes estaciones climáticas, permiten el mantenimiento nutricional de las plantas.
- ◆ Los Pastizales I y VII en la estación de lluvia tuvieron los valores más altos de fitomasa aérea; pero de acuerdo al porcentaje de los rizomas vivos en las estaciones de lluvia y seca parecen ser los más estresados.
- ◆ Existen diferencias en los componentes de la fitomasa subterránea entre los pastizales estudiados.
- ◆ Los pastizales I y VII presentaron los porcentajes más altos de raíces gruesas en ambas estaciones climáticas.
- ◆ Los cambios estacionales son los factores que más influyen en el funcionamiento de los pastizales.
- ◆ De acuerdo a los altos valores en los componentes subterráneos de los pastizales estudiados, nos indican que presentan grandes cantidades de materia orgánica, permitiendo el elevado secuestro de carbono y dan abundante alimento para el sostén de la biota edáfica.
- ◆ De acuerdo a las variaciones estacionales en la fitomasa subterránea, el Pastizal VII (Kinggrass) es el más afectado en el período poco lluvioso.
- ◆ Por la uniformidad en la distribución del sistema radical en las especies rastreras, protegen al suelo, con la cobertura que les proporciona.
- ◆ Los componentes subterráneos en los pastizales aumentan la materia orgánica del suelo que mejoran las condiciones físicas y químicas de éstos.

RECOMENDACIONES

- ◆ Ampliar el período de muestreo para profundizar en el conocimiento del comportamiento espacio-temporal y funcional de los componentes de la fitomasa subterránea y su relación con diferentes tipos de manejo agroecológico.
- ◆ Estudiar la relación de los componentes de la fitomasa subterránea con diferentes características físico-químicas del suelo e incluir además estudios de los organismos formadores del suelo (mesofauna y macrofauna) para pronosticar métodos de manejo adecuados en diferentes ecosistemas.
- ◆ Extender los estudios a otros ecosistemas perturbados para profundizar en el conocimiento de la respuesta de la fitomasa subterránea en diferentes grados de perturbación y para conocer además como contribuye en el mantenimiento de las condiciones físico-químicas y bióticas del suelo.
- ◆ Realizar muestreos con mayor periodicidad (al menos mensual), para observar la dinámica de acuerdo a los cambios climáticos.

- ◆ En cada muestreo medir la humedad y temperatura del suelo y correlacionarlos con las estaciones climáticas más cercanas a las áreas de estudio.

REFERENCIAS

- Academia de Ciencias de Cuba 1989. *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Instituto de Geografía e Institutos de Geodesia y Cartografía. España, Graficas AIBER.
- Altieri M. A. 1997. El estado del arte de la Agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina. El rol ecológico de la biodiversidad en la agricultura. *Tercer encuentro Nacional de Agricultura Orgánica* (9 al 22 de Mayo/ 1997). Inst. de Invest. de Pastos y Forrajes (IIPF). Centro de Estudios de Agricultura Sostenible (CEAS-ISCAH), pp 1-19.
- AOAC 1990. *Official Methods of Analysis* 15 ed. Washington, Association of Official Agricultural Chemists. P. 1298.
- Crespo G. y J. Lazo 2001. Estudio de la biomasa de raíces de *C. nlemfuensis* cv panameño, *P. maximum* cv likoni *D. annulatum* sp. y su aporte de nutrientes. *Rev. Cub. de Cienc. Agric.* 35 (3): 277-281.
- Duncan D. B. 1955. Multiple range and mutiple F tests. *Biometrics* 11.
- Fiala K. y R. Herrera. 1988. Living and dead belowground biomass and its distribution in some savanna communities in Cuba. *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, 23: 225-237.
- Fiala K. 1990. Live and dead underground plant biomass in natural meadow hydrosere. *Folia Geobot. Phytotax.*, 25: 113-135.
- Fiala K., L. Hernández, E. Pérez y A. Cárdenas. 1991. Biomass partitioning in *Paspalum notatum* stands on slope relief in the anthropic savanna of Cuba. *Preslia Prague* 63: 269-289.
- García M. M., L. Hernández y R. A. Herrera 1990. La humedad del suelo y su relación con la biomasa de raíces en siete ecosistemas funcionalmente diferentes de la Sierra del Rosario, Cuba. En: resúmenes, V. Congreso Latinoamericana de Botánica, 24-29/6/1990, p. 53
- Hernández Jiménez A., M. O. Ascanio García y M. Morales Díaz 2001. *Clasificación de los suelos en Cuba*. Inst. de Suelos. Ministerio de la Agricultura, 31 pp. (14)
- Hernández L. y Fiala K. 1992: Root biomass dynamic in the savanna community of *Paspalum notatum* in Cuba. *Ekología (CSFR)* 11 (2): 153-166.
- Hernández L. y M. Armas. 1993. Ecología de la biomasa subterránea en pastizales sometidos a diferentes sistemas de manejo. IV Simposio de Botánica, Junio de 1993. Palacio de las Convenciones, Habana, Cuba
- Hernández L., J. A. Sánchez y J. Lazo. 1998. Caracterización espacial de la biomasa subterránea en pastizales del Instituto de Ciencia Animal Inst. Cienc. Animal, La Habana, Cuba. *Acta Bot. Cub.* No. 116: 1-7.
- Hernández L., A. Suárez y B. Sandrino. 1998. Contenido de Carbono en los componentes subterráneos y aéreos de la vegetación. II Simposio Internacional de Ecología "Biosfera 98". Capitolio Nacional del 22 al 27 de Noviembre/1998.
- Hernández L. 1999. Fitomasa subterránea en un pastizal de *Paspalum notatum*, en la Sierra del Rosario, Cuba. Tesis en opción al Título Académico de Master en Ciencias Ecológicas y Sistemáticas Aplicadas, Mención Ecología. Instituto de Ecología y Sistemática. CITMA.
- Hernández L. y M.E. Rodríguez 2001. La fitomasa subterránea en pastizales con diferentes métodos de pastoreos. (Publicado en Memorias del Foro Latinoamericano del ICA del 17 al 19 de Octubre del 2001, 7 pp.
- Hernández L. 2002. La fitomasa subterránea y su relación con el funcionamiento, diversidad biológica y uso sostenible de los ecosistemas de pastizales en la Reserva de la Biosfera "Sierra del Rosario". a) Características de la fitomasa subterránea en la estación de seca. Informe parcial del proyecto CYTED. IES/CITMA.
- Hernández L. y B. Sandrino 2002. Comportamiento de los componentes de la fitomasa y su relación con el funcionamiento de los ecosistemas con diferentes formas de manejo en áreas del IIPF "Niña Bonita", Cuba. a) Los componentes de la fitomasa en un pastizal con predominio de *Panicum maximum*. Inf. Parcial Proy. IES/CITMA
- Hernández N. 2003. Caracterización de los componentes de la fitomasa de un pastizal tradicional y cuatro ecosistemas derivados de éste. Trabajo de Diploma. Fac. de Biología UH y el Instituto de Ecología y Sistemática CITMA. 38 p.
- Herández L. 2004. Dinámica de la fitomasa en plantaciones de *Talipariti elatum* (Sw) Frixell en la Sierra del Rosario, Cuba. *Acta Bot. Cub.* No. 187:21-28.
- Kellman M. y K. Sanmugadas. 1985. Nutrients retention by savanna ecosystems I. Retención in the absence of fire. *Journal of Ecology* 73: 935-951.
- Kevet J., J. P. Ondork, J. Necas y P. G. Jarvis. 1971. Methods of growth analysis. En: *Plant photosynthetic production. Manual of Methods*. (Z. Sestak, J. Castky y P. G. Jarvis, eds.), W. Junk, N. V. Publisher, The Hague. Pp. 343-391. [citado por Pérez y Smid, 1984].
- Klapp E. 1943. "Über die Wurzelverbrintung der Grasnarbe bei vercheidener Nutzungsweise und Pflanzingellscheff". 19:221-236. (citado por Voisin, 1962).
- Lamotte M. 1975. The structure and funtion of a tropical savanna ecosystem. In: Golley F. B. and Medina E. (red.), *Tropical ecological systems*. Ecol. Stud., 11: 179-222, Berlin, Heidelberg et New York.
- Lastres L. y H. Sagué 1981. Productividad primaria neta de la comunidad de pastos naturales en suelos degradados en la Sierra del Rosario. *Inf. Cient. Técn.* N° 156, p.1-8.
- Menéndez L. 1986. Dinámica de la biomasa en la asociación Bletilo purpurae-Andropogonetum (Pinar del Río, Cuba). *Cienc. Biol.* 16: 49-55.
- Pérez E. y P. Smid 1984. Observaciones de la dinámica de la biomasa aérea de una comunidad herbácea de sabana. *Acta Bot. Cub.* No. 20: 41-53. Habana.
- Pérez E., M. E. Rodríguez, L. Hernández y otros. 1996. Influencia de distintos tipos de manejo sobre el funcionamiento y la diversidad de ecosistemas de sabanas y pastizales de Cuba. En: Sarmiento G. y Cavido M. (eds.): *Biodiversidad y Funcionamiento de Pastizales y Sabanas en América Latina*. CYTED-CIELAT. Cap. 15: 269-298.
- Rodríguez M. A., V. K. Brown y A. Gómez-Sal. 1995. The vertical distribution of below-ground biomass in grassland communities in relation to grazing regime and habitat characteristics. *Journal of Vegetation Science* 6: 63-72.
- Rodríguez M. A., J. Alvarez y A. Gómez-Sal. 1996. Vertical distribution of below-ground biomass in intensively grazed mesic grazed mesic grasslands. *Journal of Vegetation Science* 7: 137-142.
- Sims P. L. y J. S. Singh .1978a. The structure and funtionof ten western north American grasslands. II. Intra-seasonal dynamics in primary producers compartments. *J. Ecol.* 66: 547-572.
- Singht J. S. y P. S. Yadava. 1974. Seasonal variation in comparative plant biomass and net primary productivity of a tropical grassland at Kurukshetva, India. *Ecological Monographs* 44: 351-396.
- Singh y Singh. 1981. Seasonal variation in biomass and energy of small root of tropical dry deciduous forest, Vernasi, India. *Oikos* 37: 88-92.
- Stanton N. L. 1988. The underground in grasslands. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, Palo Alto, 19: 573-589.
- Tesařová M., K. Fiala y V. Studení. 1982. Live and dead roots-their mass ratio in several grassland stands. *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, 17: 427-430.
- Voisin A. 1962. Dinámica de los Pastos. Edit. TECNOS, S. A. Madrid, pp. 122-125.579.
- Ward K. J. et al. 1978. Quantitative estimation of living weat-root lenthns in soil cores. *Agron. J.*, Madison, 70: 675-677

Luis Hernández. Inv. Auxiliar. Master en Ecología y Sistemática Aplicada. División Ecología. Instituto de Ecología y Sistemática.
✉ wicho@ecologia.cu