

*Variaciones estacionales de la biomasa de
Eleocharis interstincta (Vahl) R. & S.
(Cyperaceae) en la laguna El Burro
(Guárico, Venezuela)*

Elizabeth GORDON COLÓN, Justiniano VELÁSQUEZ (1)

RESUMEN

VARIACIONES ESTACIONALES DE LA BIOMASA DE *ELEOCHARIS INTERSTINCTA* (VAHL) R. & S. (CYPERACEAE) EN LA LAGUNA EL BURRO (GUÁRICO-VENEZUELA)

Los máximos de biomasa total (1078-1207 g/m²) de *Eleocharis interstincta* se registraron en la temporada de sequía (Febrero) con profundidad media del agua entre 10 y 22 cm, mientras que los mínimos (381-625 g/m²) se midieron en la temporada de lluvias (Junio) con profundidad media entre 12 y 50 cm. Los valores mayores de biomasa verde (199-334) y altura de los culmos (110-198 cm) correspondieron a la transición lluvia-sequía (noviembre), con profundidad media del agua entre 60 y 124 cm. El período de crecimiento varió entre 98 y 168 días, con máxima producción diaria de 2,1 g/m². La densidad máxima de los culmos (374-627 culmos/m²) se midió en junio. La producción anual (463-826 g/m²), resultó comparativamente baja en relación a otras comunidades, atribuyéndose a la naturaleza del sustrato.

PALABRAS CLAVES : *Eleocharis interstincta* — Helófitos — Biomasa — Productividad — America del Sur.

SUMMARY

SEASONAL CHANGES OF BIOMASS OF *ELEOCHARIS INTERSTINCTA* (VAHL) R. & S. (CYPERACEAE) AT THE BURRO LAGOON (GUÁRICO-VENEZUELA)

Eleocharis interstincta is a perennial helophyte which dominates in several waterbodies of Venezuelan plains, usually as monospecific community. The maximum value of total biomass (1078-1207 g/m²) was recorded during the dry season (February) with a mean water depth between 10 and 22 cm, while the minimum (381-625 g/m²) was recorded during rain season (June), with a mean water depth between 12 and 50 cm. The maximum values of green biomass (199-334 g/m²) and the maximum height of the culms (110-198 cm) corresponded to the rain-dry transition period (November), with a mean water depth between 60 and 124 cm; growing period was between 98 and 168 days, with maximum daily production of 2.1 g/m². The maximum density of culms (374-672 culms/m²), was measured in June. The annual production (463-826 g/m²) was comparatively low compared with other similar communities, probably due to nature of substrate.

KEY WORDS : *Eleocharis interstincta* — Helophyte — Biomass — Productivity — South America.

(1) Departamento de Ecología, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Apartado 47058, Caracas 1041-A, Venezuela.

RÉSUMÉ

ÉVOLUTION SAISONNIÈRE DE LA BIOMASSE DE *ELEOCHARIS INTERSTINCTA* (VAHL) R. & S. (CYPERACEAE) DANS LE LAC EL BURRO (GUÁRICO, VENEZUELA)

Eleocharis interstincta est un helophyte pérenne dominant dans plusieurs plans d'eau des plaines du Venezuela, formant souvent des communautés monospécifiques. La biomasse maximale (1078-1207 g/m²) a été observée en saison sèche dans 10 à 22 cm d'eau, tandis que la biomasse minimale (381-625 g/m²) était relevée dans 12 à 50 cm de profondeur durant la saison des pluies. Les maximums de biomasse verte (199-334 g/m²) et de hauteur des tiges (110-198 cm) correspondent à la transition saison humide-saison sèche, avec une profondeur d'eau de 60 à 124 cm; la saison de croissance dure de 98 à 168 jours, avec une production journalière maximale de 2,1 g/m². Le pic de densité des tiges (374-672 tiges/m²) a été observé en juin. La production annuelle mesurée (463-826 g/m²) est faible au regard de celle d'autres communautés semblables, peut-être en raison de la nature du substrat.

MOTS-CLÉS : *Eleocharis interstincta* — Helophyte — Biomasse — Productivité — Amérique du Sud.

INTRODUCCIÓN

El género *Eleocharis* (Cyperaceae) comprende alrededor de 150 especies ampliamente distribuidas en el mundo. En Venezuela está representado aproximadamente por 25 a 30 especies, conocidas popularmente como «Juncos»; generalmente crecen en la zona litoral de numerosos cuerpos de agua permanentes y temporales (ríos, lagunas, morichales), asociadas con otras especies de Cyperaceae, Poaceae, Eriocaulaceae, constituyendo las principales edificadoras de estos ecosistemas (VELÁSQUEZ, 1987).

Eleocharis interstincta (Vahl) R. & S. (Junco) es perenne y fisionómicamente pertenece a la forma de vida de los helófitos; es una de las especies dominantes de muchos cuerpos de agua de los Llanos Venezolanos, estableciendo en varios de ellos comunidades monoespecíficas que se perpetúan por aquenios y rizomas, y cuya característica más resaltante es su adaptabilidad a condiciones de inundación y sequía.

La actividad fotosintética la realizan los tallos o culmos. El conocimiento de la proporción relativa de los valores de la biomasa de estos culmos, y sus fluctuaciones espaciales y temporales es importante para explicar las estrategias adaptativas de este helófito.

Una de las funciones de *E. interstincta* dentro de estos ecosistemas es que mediante su estructura vegetativa y diferenciación espacial, proporciona sustrato a organismos colonizadores. Por tanto, su biomasa y su producción espacial y temporal en estos cuerpos de agua, le permite su automantenimiento así como también es fundamental como proveedor potencial de sustrato a los organismos perifíticos; al mismo tiempo, constituye una fuente

de energía y nutrientes para los diferentes niveles tróficos.

Este trabajo tiene como objetivos estimar la dinámica de la biomasa sobre el suelo de *E. interstincta* relacionándola con las fluctuaciones de la lámina de agua, en una laguna ubicada al Sur del Edo, Guárico.

AREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la laguna El Burro durante las temporadas de sequía y lluvia. Esta laguna tiene un área aproximada de 24 Ha., y está localizada cerca de Santa Rita (Sur del Edo, Guárico) a 8°10' Lat. Norte y 66°15' Long. Oeste, y a una altitud de 135 m. Geomorfológicamente es una cubeta de sufoión, ubicada en la región de los Llanos Bajos Centrales con suelos del Orden de los Ultisoles, mal drenados (BERROTERÁN, 1985).

El clima local es biestacional, caracterizado por una precipitación anual de 1159 mm y una temperatura media anual de 27,3 °C; la temporada de sequía se extiende desde finales de noviembre hasta el mes de abril, y la temporada lluviosa se ubica entre los meses de mayo y principios de noviembre (fig. 1). Fisionómicamente la vegetación del área corresponde a una Sabana, con una provincia de humedad, sub-húmeda (EWELL y MADRIZ, 1968).

La laguna El Burro incrementa su volumen por precipitación y desbordamiento de los ríos. A partir del gradiente de profundidad de la lámina de agua se establecieron cuatro estaciones o niveles donde se realizaron los muestreos, separados entre sí aproximadamente por 100 m; así, el nivel o estación I

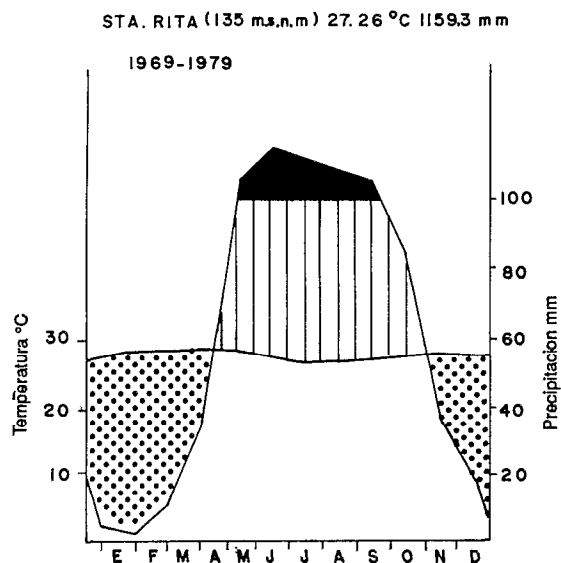


FIG. 1. — Climadiagrama de Gausson para el área de estudio
Gausson climate diagram for the study area

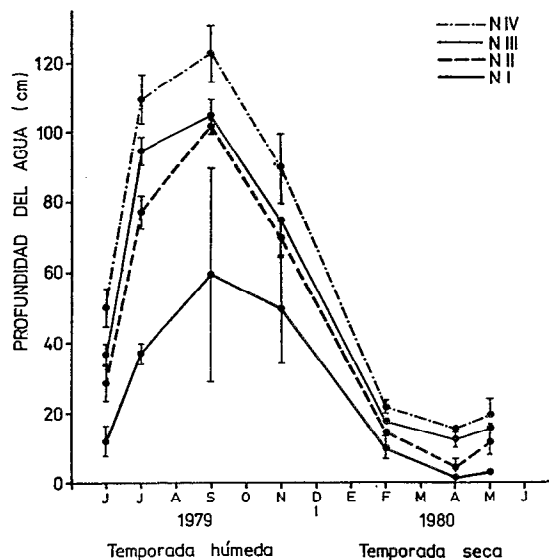


FIG. 2. — Cambios espaciales y estacionales de la profundidad del agua. Líneas verticales representan la desviación estándar
Seasonal changes at different stations of the water depth. Vertical lines represent standard deviation

estaba ubicado hacia el borde de la laguna (con las mayores oscilaciones de la lámina de agua); los niveles II y III ocuparon posiciones intermedias en el gradiente; el nivel o estación 4 ubicado hacia el centro de la laguna (corresponde a la zona que permanece inundada).

En cada uno de los niveles se midió al azar la profundidad, y resultó que la máxima se alcanzó en septiembre (temporada lluviosa), con valores promedios entre 60 cm para el nivel I y 124 para el nivel IV. La mínima profundidad se midió en abril (temporada de sequía) con valores promedios entre 2 y 17 cm en los niveles I y V respectivamente (fig. 2). En general la profundidad del agua en el nivel I es variable, lo cual se explica por desniveles o irregularidades del sustrato.

Las características físico-químicas del agua variaron entre los siguientes valores: pH (5-7,5), conductividad (10-20 μ mhos/cm), temperatura (27-31 °C).

La laguna El Burro está bordeada por un cinturón de vegetación arbórea, dominada por *Swartzia acuminata* Willd. y *Macrobium acaciaefolium* Benth.; la vegetación acuática está representada por los grupos ecológicos de las formas de vida de los emergentes flotantes y sumergidos, entre las cuales están: *Sagittaria guyanensis* H.B.K., *Eleocharis minima* Kunth., *Utricularia gibba* L., *Nymphoides indica* (L.) Kuntze., *Rhynchospora triflora* Vahl., *Syngonanthus caulescens* (Poir.) Ruhl. y *Mayaca fluviatilis* Aubl.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. En abril (1979) se realizó un muestreo preliminar en el área correspondiente al nivel IV, y luego se efectuaron muestreos más o menos regulares desde junio (1979) hasta mayo (1980).

A excepción del nivel I, la vegetación de la laguna es relativamente homogénea, dominada por *E. interstincta*, por lo que bastó un número comparativo de 10 muestras dispuestas al azar en cada nivel, para alcanzar valores de desviación standard de la media del 10%, aplicando el método de las cosechas (MILNER y HUGHES, 1968).

El área de las parcelas fue de 0,25 m² (50 × 50 cm), y para la cosecha de la biomasa en cada muestreo las plantas se cortaron a ras de la superficie del suelo.

2. En el laboratorio, el material vegetal fue separado en los compartimientos: Verde Joven (1), Verde Adulto (2), material muerto, y una fracción muerta poco diferenciada que se denominó sapropel (residuos). Cada compartimiento fue lavado para eliminar sedimentos y restos de detritus, y secados a

(1) El material verde joven corresponde a la biomasa de los nuevos individuos, bien sea por reproducción vegetativa o por germinación de los achenios.

(2) La biomasa de los culmos verdes emergentes se designó como material verde adulto.

temperatura de 80 °C hasta alcanzar peso constante. Antes de secar el material verde adulto, se midió el largo (cm) y se contó el número de culmos para estimar la densidad y altura promedio de los tallos en cada nivel de muestreo.

3. Los resultados de biomasa se expresan en gr/m^2 . La productividad primaria neta se estimó a partir de los cambios de la biomasa total (verde + muerto) durante los intervalos de muestreos. La producción anual se calculó de la siguiente manera: PN_1 , por la suma de los cambios positivos de la biomasa muerta y de la biomasa verde que hayan tenido lugar simultáneamente (SMALLEY, 1959; citado por LINTHURST y REIMOLD, 1978) y PN_2 por la suma de los incrementos de la biomasa total (verde + muerto) (SINGH y YADAVA, 1974). También se reporta la relación producción anual/biomasa total máxima (WESTLAKE, 1982).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa verde

JOVEN

La figura 3 representa las variaciones de la biomasa joven, y en ella se destaca que en todos los niveles de muestreo los valores mayores aparecen en el mes de noviembre (transición de la temporada lluviosa a la de sequía, fig. 1) y los mínimos en los meses de junio (1979) y mayo (1980). Sin embargo, la dinámica de este compartimiento entre los niveles de muestreo es variable. Así, el análisis de varianza (Anova II) para la comparación de las medias arrojó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los niveles (espacio) y el tiempo. Los valores mayores de biomasa joven se presentan en el nivel II, los cuales a través de las diferencias mínimas significativas son disímiles de los correspondientes en los niveles I, III y IV, mientras que los valores en estos últimos no difieren entre sí. La menor biomasa joven se midió en el nivel IV, y en el cual se observaron pocas variaciones durante el lapso de muestreo (fig. 3). Posiblemente, los mayores valores de biomasa verde de individuos jóvenes de *E. interstincta* en el nivel II, están relacionados con la dinámica del proceso de germinación de los achenios, así como con la aparición de nuevos individuos por reproducción vegetativa, y se infiere que las condiciones ambientales existentes en este nivel aumentan la probabilidad de germinación e implantación de las plántulas a diferencia de los niveles restantes los cuales permanecen relativamente saturados (III y IV) o secos (Nivel I) (fig. 2).

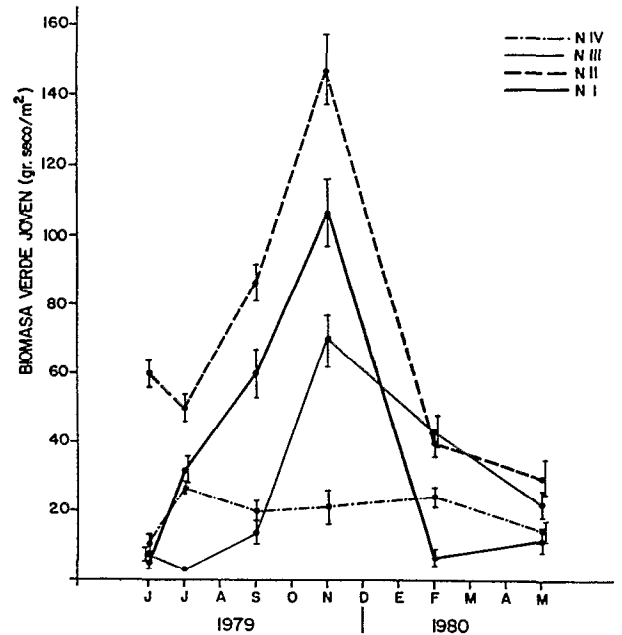


FIG. 3 — Cambios espaciales y estacionales de la biomasa verde joven (peso seco). Líneas verticales representan la desviación estandar

Seasonal changes at different stations of the young green biomass (dry weight). Vertical lines represent standard deviation

ADULTA

Los máximos de la biomasa adulta (fig. 4), pertenecen al nivel IV, con su mayor valor en el mes de septiembre ($210 \text{ gr}/\text{m}^2$), y disminuyen hacia el nivel I. El análisis de varianza (Anova II) para la comparación de las medias, dió diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los niveles (espacio) y el tiempo. De acuerdo al análisis estadístico, los valores de la biomasa verde adulta para los niveles II, III y IV no son disímiles estadísticamente. En el nivel I este compartimiento tiende a ser relativamente constante entre los meses julio-noviembre; para los niveles II y III la máxima biomasa aparece en el mes de noviembre (fig. 4). Los valores mínimos de este material en los niveles I y II se registraron en el mes de mayo ($28,1$ y $76,2 \text{ gr}/\text{m}^2$, respectivamente). Para los niveles III y IV los mínimos se determinaron en febrero con valores de $113,3$ y $133,8 \text{ gr}/\text{m}^2$ (fig. 4). Estas diferencias se explican por la oscilación espacial y temporal de la lámina de agua, lo cual determina en mayor o menor extensión el crecimiento de las plantas.

VERDE TOTAL

BULLA y col. (1980), encontraron que para una sabana modulada y dominada por *Hymenachne*

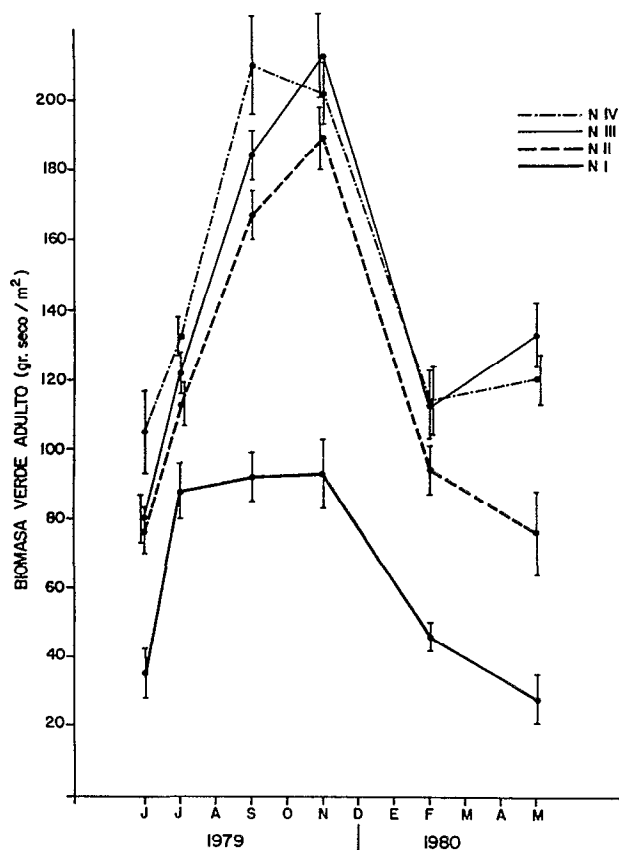


FIG. 4. — Cambios espaciales y estacionales de la biomasa verde adulto (peso seco). Líneas verticales representan la desviación estandar

Seasonal changes at different stations of the old green biomass (dry weight). Vertical lines represent standard deviation

amplexicaulis, la biomasa verde muestra una tendencia cíclica unimodal, con marcadas diferencias entre las temporadas de sequía y lluvia, con máximos entre octubre-noviembre, registrando la mayor profundidad de la lámina de agua entre agosto-septiembre. FITTKAU y col. (1975) reportan para *Echinochloa polystachya* y *Paspalum repens* que el principal periodo de crecimiento aparece cuando se alcanza la mayor profundidad del agua, manteniendo una vida más o menos flotante. SABATTINI (1985) para *P. repens* reporta que la dinámica de producción de la biomasa verde está estrechamente relacionada con las fluctuaciones de la lámina de agua. De acuerdo a nuestros resultados y considerando los valores de biomasa verde total (fig. 5) para *E. interstincta*, los picos máximos para los niveles I, II y III se registraron en el mes de noviembre (transición lluvia-sequía), con su mayor valor en el

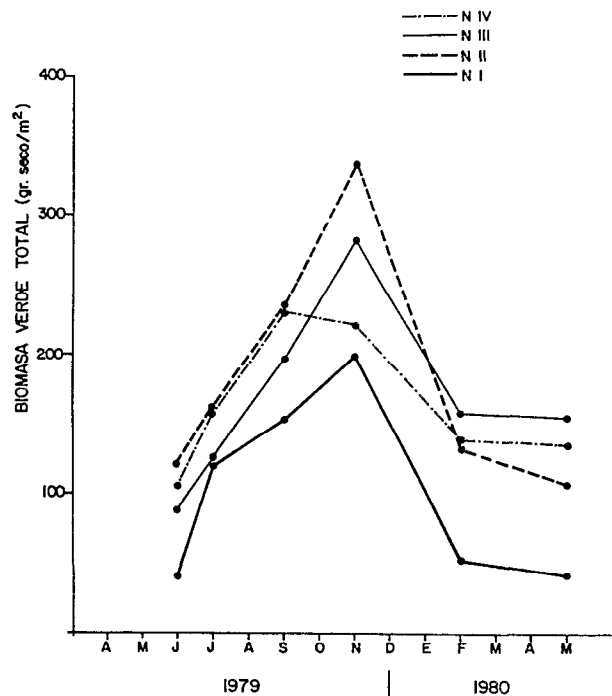


FIG. 5. — Cambios espaciales y estacionales de la biomasa verde total (peso seco)

Seasonal changes at different stations of the total green biomass (dry weight)

nivel II (335,8 gr/m²). En el nivel IV, el mayor valor de material verde total coincide con la profundidad máxima de la lámina de agua; en este mismo nivel, en el muestreo preliminar (abril, 1979), la biomasa verde total fue de $99,4 \pm 10,4$ gr/m², la cual resultó comparativamente menor a los valores determinados en los meses de junio (1979) y febrero (1980).

La disminución de la biomasa verde total a partir del mes de noviembre, y de acuerdo a las observaciones de campo, coincide con la aparición del periodo de madurez de las plantas, el inicio de la floración y fructificación, con la consiguiente producción de semillas, y con el comienzo de la temporada de sequía. Los incrementos de la biomasa verde aparecen con la subida de la lámina de agua, cuando hay más material sumergido que aéreo.

Biomasa muerta

La figura 6 muestra las variaciones de la biomasa muerta (material no fraccionado), las cuales presentan tendencias semejantes en los niveles II, III y IV, y con valores mayores durante el lapso de muestreo

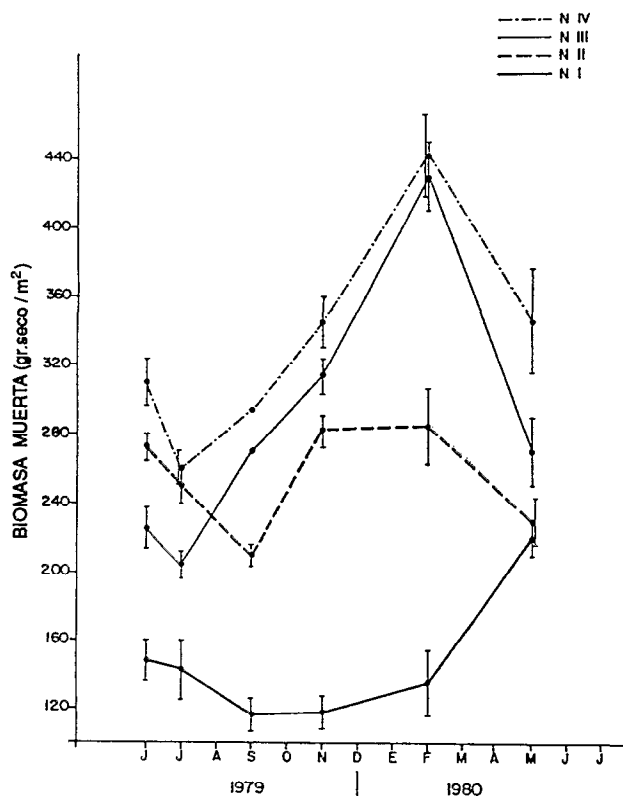


FIG. 6. — Cambios espaciales y estacionales de la biomasa muerta (peso seco). Líneas verticales representan la desviación estandard

Seasonal changes at different stations of dead biomass (dry weight). Vertical lines represent standard deviation

en el nivel IV. Los máximos de biomasa muerta para estas estaciones (283,5; 429,6 y 441,9 gr/m²) se midieron en febrero (1980, temporada de sequía). Disminuyen hacia el mes de mayo, simultáneamente con el incremento de la profundidad de la lámina de agua e inicio de la precipitación (fig. 1), y con el incremento de la biomasa verde, principalmente en los niveles III y IV. La biomasa muerta en el nivel IV en el muestreo preliminar (abril, 1979) fue de $439,1 \pm 99,8$ gr/m² y resultó mayor a lo registrado en el mes de junio. En el nivel I, por el contrario, el material muerto continúa incrementando, con su máximo (220,2 gr/m²) en el mes de mayo, probablemente debido al retardo en el incremento de la profundidad de la lámina de agua (fig. 2). BULLA y col. (1980) reportan que los valores máximos de biomasa muerta en *H. amplexicaulis* ocurren de marzo a junio. En el caso de *E. interstincta* los valores máximos de biomasa muerta aparecen de febrero a mayo.

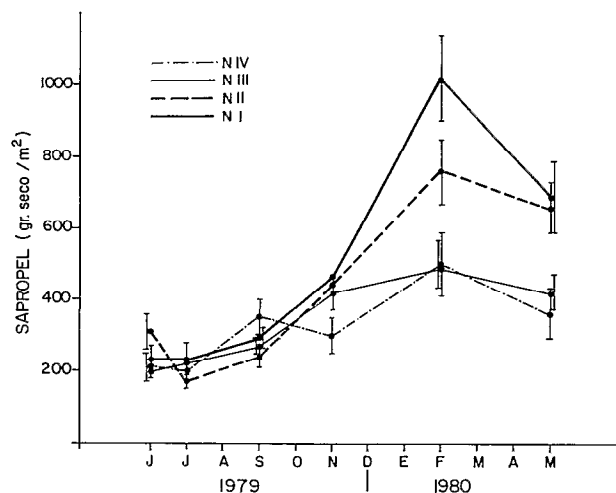


FIG. 7. — Cambios espaciales y estacionales del sapropel (peso seco). Líneas verticales representan la desviación estandard Seasonal changes at different stations of the sapropel (dry weight). Vertical lines represent standard deviation

En general, el compartimiento muerto resultó comparativamente mayor a la biomasa verde, explicándose por la acumulación de material muerto durante los años anteriores, que son lentamente degradados por los microorganismos (material refractario); por tanto se infiere que este sistema tienda hacia la acumulación de este material.

Sapropel

La figura 7 muestra los resultados del compartimiento sapropel (material muerto fraccionado o residuos), cuyos valores incrementan en la temporada de sequía (febrero) y disminuyen hacia la temporada lluviosa (junio-septiembre), con valores relativamente constantes para todos los niveles de muestreo en esta última temporada. En los niveles I y II se registraron los valores mayores de sapropel (1021 y 758 gr/m²), posiblemente debido a la menor profundidad de la lámina de agua, y al aumento de la temperatura del sustrato, lo cual intensifica los procesos de descomposición. Al comparar los resultados de este comportamiento (fig. 7), con los pertenecientes al material muerto (no fraccionado) (fig. 6), se observa que en estos niveles se registran los menores valores de biomasa muerta; mientras que en los niveles III y IV se encuentran los valores mayores de biomasa muerta y los menores de sapropel; por tanto, en estas últimas estaciones de muestreo, los procesos de descomposición deben ser más lentos por la permanente saturación del sustrato, sobre todo en

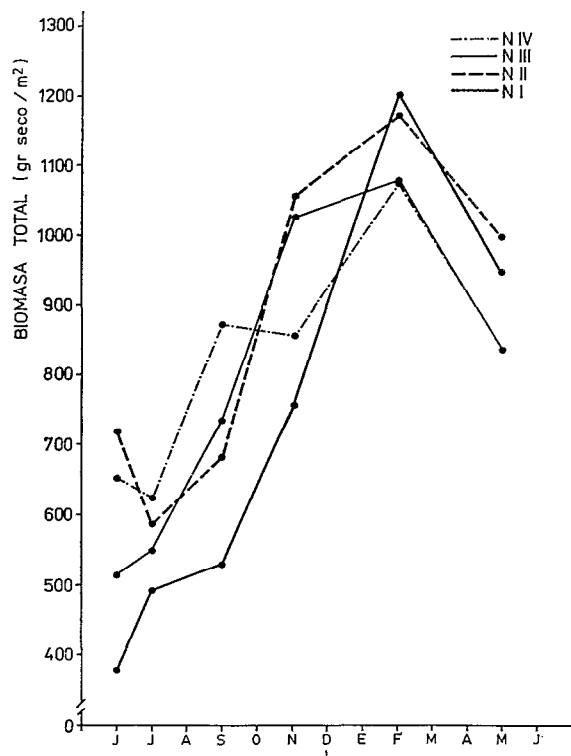


FIG. 8. — Cambios espaciales y estacionales de la biomasa total (verde + muerto)
Seasonal changes at different stations of the total biomass (green + dead)

el nivel IV. El compartimiento sapropel en el nivel IV en el muestreo preliminar fue de $409,9 \pm 109,9$ gr/m². La mortalidad de los culmos es continua durante todo el año, aumentando en la temporada de sequía y decrece en el período lluvioso, y la descomposición predominará en la temporada de sequía.

Biomasa total y productividad

Considerando la biomasa total como la suma del material vivo (compartimiento verde) y muerta (material muerto no fraccionado y sapropel), se destaca para todos los niveles de muestreo, su incremento desde el mes de junio hasta alcanzar su máximo en febrero y luego disminuye hacia mayo (fig. 8). Esta curva resulta del balance de un proceso que incorpora biomasa viva y otro de descomposición que lo elimina, y en la cual la fase de incorporación de materia viva predomina en el lapso junio-noviembre, y el período de pérdida predomina a partir de febrero.

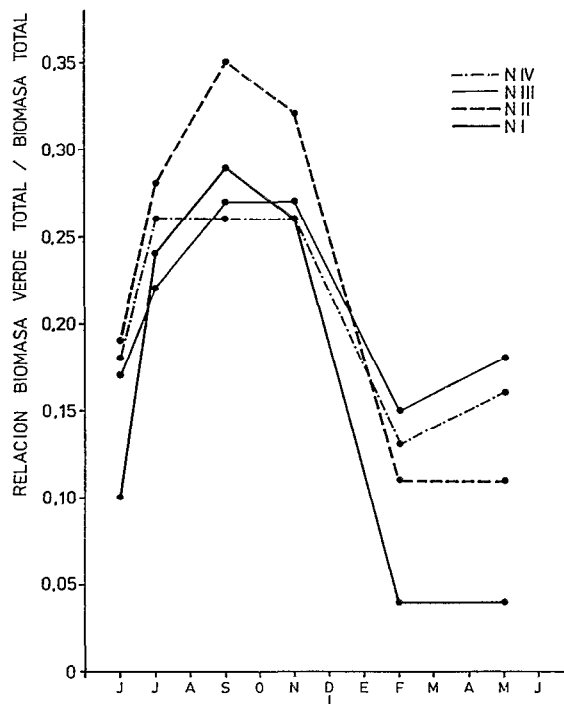


FIG. 9. — Relación entre la biomasa verde total y la biomasa total
Relationship between total green biomass and total biomass (including dead biomass)

El análisis de varianza (Anova II) arrojó que no existen diferencias significativas en los valores de biomasa total entre los niveles ($P < 0,05$), y que existen diferencias significativas con respecto al tiempo. Esto significa que independientemente de la profundidad de la lámina de agua, la biomasa total no varía. Al graficar la relación B. verde/B. total (fig. 9), se observa que es máxima en el mes de septiembre en los niveles I, II, III y se mantiene constante en el nivel IV entre los meses julio-noviembre. La relación Verde/total es mayor en el nivel II, lo que se explica por la mayor producción de material joven; en tanto que, en los niveles I, III y IV esta relación es la misma, con excepción del lapso febrero-mayo, donde en el nivel I casi el 90% de la biomasa total está en forma muerta. De estos resultados se infiere, que la especie proporcionalmente produce la misma cantidad de biomasa verde con respecto al total. A través del análisis estadístico, resultó que los valores correspondientes a la relación B. verde/B. total en el nivel I son diferentes a los del nivel II, pero no del nivel III y IV y que los valores en los niveles II, III y IV no difieren entre sí ($P < 0,05$).

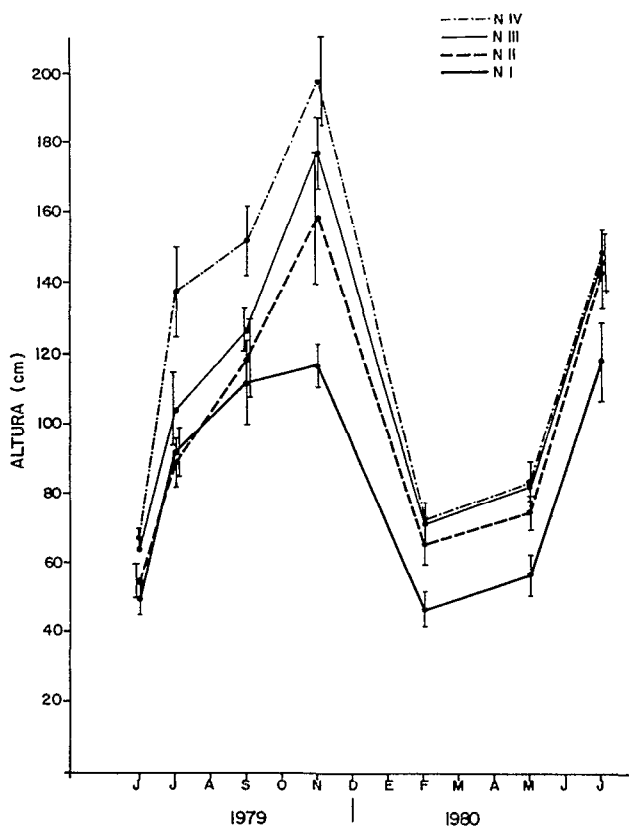


FIG. 10. — Cambios espaciales y estacionales de la altura de los culmos. Líneas verticales representan la desviación estandard
Seasonal changes at different stations of the culms height. Vertical lines represent standard deviation

Sin embargo, al comparar las tasas de incremento de la biomasa verde y la biomasa total (Tabla I) éstas varían en el tiempo y en el espacio (niveles); esto es, dependiendo de la profundidad, la productividad primaria neta cambia: así, en los niveles I, II y III el periodo de crecimiento está comprendido entre junio-noviembre, para un total de 168 días, con la consiguiente incorporación de material verde; por su parte, la biomasa total continua incrementando a expensas de la mortalidad de los culmos. En el nivel IV, el periodo de crecimiento activo abarca desde junio-septiembre, para un total de 98 días de crecimiento, mientras que la productividad de la biomasa total fluctúa en todo el periodo de muestreo.

De estos resultados se deduce que aun cuando la biomasa total no varía significativamente entre los niveles, la dinámica de producción es variable, en el tiempo, lo cual se explica por la heterogeneidad ambiental que induce variaciones espaciales y temporales en el crecimiento; de tal forma que en el nivel I, donde la biomasa verde es menor, *E. inter-*

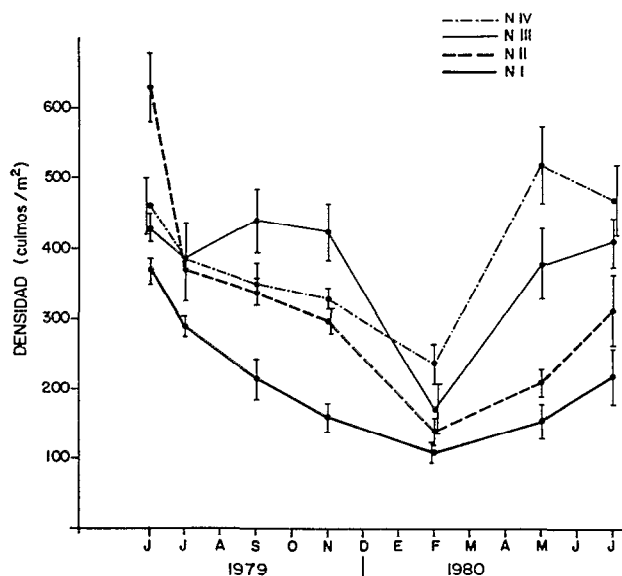


FIG. 11. — Cambios espaciales y estacionales en la densidad de culmos. Líneas verticales representan la desviación estandard
Seasonal changes at different stations of the density culms. Vertical lines represent standard deviation

stricta al estar sometida por más tiempo a relativa sequía, muestra una tendencia hacia la producción en forma rápida de material verde (Tabla I), el cual muere y se descompone en menor tiempo, en tanto que, en los restantes niveles, la incorporación de materia verde es más lenta.

Altura de los culmos

La figura 10 representa las variaciones en la altura de los culmos, notándose que el máximo se midió en noviembre y el mínimo en febrero. El análisis de varianza (Anova II) comparando las medidas en el tiempo y en el espacio (niveles) proporcionó diferencias significativas ($P < 0,05$). La comparación a posteriori de las medias a través de las diferencias mínimas significativas, arrojó que los valores de altura en el nivel I difieren del resto, los del II se diferencian de los del IV, pero no del III, mientras que los valores correspondientes en los niveles III y IV no son disímiles estadísticamente. En general, las mayores alturas se midieron en el nivel IV, en el cual se apreció la mayor profundidad de la lámina de agua, en tanto que las plantas tuvieron menores alturas en el nivel I.

Densidad

La figura 11 muestra las variaciones en la densidad de los culmos, y se observa que en todos los

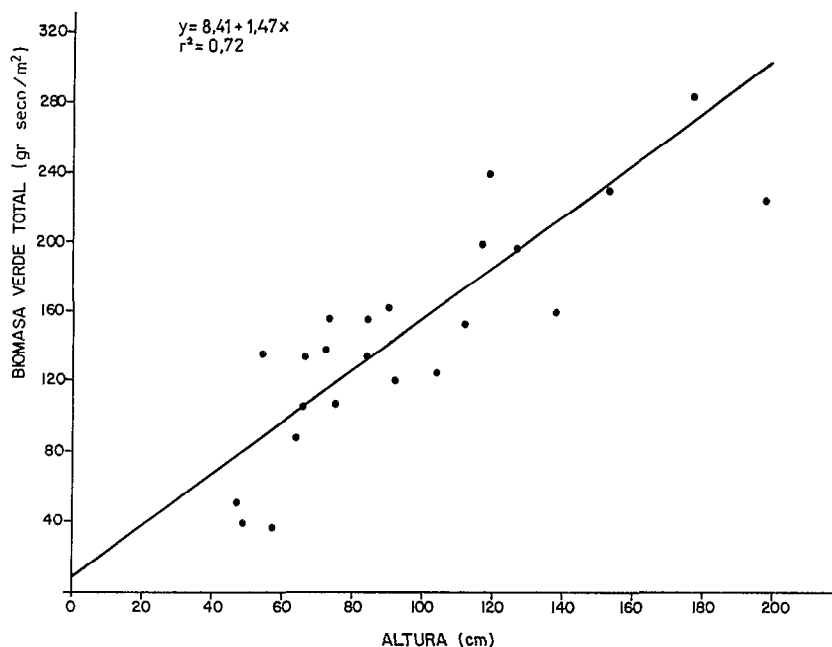


FIG. 12. — Regresión lineal entre la biomasa verde total y la altura de los culmos ($p < 0,05$)
 Linear regression between total green biomass and culms height ($p < 0,05$)

niveles de muestreo, la mayor densidad aparece en el periodo de plena temporada lluviosa (junio-julio, fig. 1) y luego disminuye completamente hasta el mes de febrero, incrementando nuevamente al inicio de la temporada lluviosa siguiente, perteneciendo los menores valores de densidad durante todo el muestreo al nivel I. El análisis de varianza (Anova II) considerando el tiempo y el espacio (niveles), mostró diferencias significativas ($P < 0,05$). Mediante la comparación de las medias a través de las diferencias mínimas significativas, se establece que los valores correspondientes al nivel I difieren de los niveles II, III y IV, y que los valores de densidad en estos últimos no son disímiles entre sí.

Relación entre variables

La densidad y altura de los culmos no muestran correlación significativa ($P < 0,05$). Aparentemente, al iniciarse la precipitación, la tendencia de *E. interstincta* es producir nuevos culmos a expensas de la energía almacenada en los rizomas; con el incremento paralelo de la precipitación y profundidad de la lámina de agua, las plantas aumentan su altura, para mantener su superficie foliar por encima de la superficie del agua, garantizando así la actividad fotosintética.

La comparación de la densidad de los culmos, y altura de las plantas, con la biomasa total no mostró correlación significativa ($P < 0,05$).

Al relacionar cada uno de los componentes de la biomasa total con la altura de los culmos, resultó que no existe correlación significativa entre la biomasa muerta y la altura; mientras que la relación es significativa ($n = 24$; $P < 0,05$) entre la biomasa verde y la altura de los culmos con $r = 0,85$ (fig. 12). ONDOK (1971), reporta en *Phragmites communis* y *Thypha angustifolia* una relación significativa entre la densidad y la biomasa; SABATTINI (1985), encontró en *Paspalum repens* que la biomasa total estaba estrechamente relacionada con la altura de las plantas y no así con la densidad; JONES y MUTHURI (1985) reporta en *Cyperus papyrus* una relación lineal negativa entre la densidad de los culmos y la biomasa. En nuestro caso, la relación es sólo lineal positiva entre la biomasa verde total y la altura de los culmos, lo cual nos permite inferir que conociendo la altura de las plantas se puede estimar la biomasa verde de *E. interstincta*.

Producción anual

La producción anual, estimada tanto por el método de la suma de los cambios positivos de la

TABLA I

Productividad neta de la biomasa verde y total de *Eleocharis interstincta* en la Laguna El Burro
Net Productivity of green and total biomass of Eleocharis interstincta in lagoon El Burro

FECHA	DIAS $T_1 - T_0$	NIVELES (PRODUCTIVIDAD gr/m ² /dfa)							
		I		II		III		IV	
		Verde	Total	Verde	Total	Verde	Total	Verde	Total
09.06.79	50	1,60	2,26	0,53	-2,72	0,73	0,69	0,90	-0,59
29.07.79	48	0,67	0,72	1,61	2,06	1,51	3,83	1,46	5,10
15.09.79	70	0,68	3,30	1,38	5,33	1,23	4,24	-0,08	0,15
24.11.79	93	-1,56	4,81	-2,17	1,25	-1,36	0,46	-0,92	2,34
25.02.80	89	-0,14	-2,89	-0,30	-1,96	-0,01	-2,63	-0,04	-2,65
25.05.80									
	350	1,25	8,20	1,05	3,96	2,10	6,59	1,32	4,64

biomasa muerta y verde que hayan tenido lugar simultáneamente, como por el de la suma de los incrementos positivos de la biomasa total (verde + muerta) resultaron ser parecidos para cada uno de los respectivos niveles (tabla I y II). Estos valores muestran que en el nivel I hay la mayor producción de biomasa, en el nivel IV la menor, y en los niveles II y III aparecen los valores intermedios.

La menor producción en el nivel IV probablemente se debe a la permanente estabilidad y profundidad de la lámina de agua, la cual no crea condiciones favorables para el crecimiento, que pudiera traducirse en un aumento de la productividad; las plantas en tales condiciones incrementan su altura para mantener una porción aérea fotosintéticamente activa, desarrollando tallos muy largos; la prolonga-

TABLA II

Producción anual y biomasa de *Eleocharis interstincta* en relación a la profundidad del agua
 Referencias : Max. = máxima; Min. = mínima
Annual production and biomass of Eleocharis interstincta in relation with the water depth
 References : Max. = maximum; Min. = minimum

NIVEL	BIOMASA TOTAL gr/m ²	PRODUCCION ANUAL gr/m ² /año		BIOMASA VERDE TOTAL MAX.	P/B	PROFUNDIDAD MAXIMA DE LA LAMINA DE AGUA (cm)
		1*	2**			
I	1.206,8 max. 380,7 min.	826,0	826,0	199,1	0,69	60
II	1.175,6 max. 586,7 min.	608,2	588,9	335,8	0,50	102
III	1.077,2 max. 518,5	560,7	558,7	283,2	0,52	105
IV	1.077,9 max. 625,5 min.	508,1	462,9	229,8	0,43	124

1* Suma de incrementos positivos de la Biomasa verde y muerta que haya tenido lugar simultáneamente.

2** Suma de incrementos positivos de la Biomasa Total (verde + muerta).

ción de la inundación probablemente obliga a esta porción aérea a fotosintetizar durante un período de tiempo superior al normal. Posiblemente al aumentar la edad de los culmos su eficiencia fotosintética disminuya y al final del período de inundación las plantas empiezan a utilizar la energía almacenada en los rizomas. Contrariamente en el nivel I, están sometidas por largo tiempo a relativa sequía (Ecofase terrestre), pero tales condiciones favorecen el crecimiento evidenciado por el mayor tiempo de crecimiento cuando se le compara con el nivel IV.

Por lo tanto, la extensión y duración de la lámina de agua determina la dinámica del crecimiento, mortalidad y descomposición del material vegetal durante las temporadas de sequía y lluvia. Esto se evidencia al analizar la relación P/B, donde se observa (tabla II) que esta relación es mayor en el nivel I, menor en el IV y en los niveles II y III aparecen con valores intermedios. Con estos resultados se infiere que los procesos de recambio de la materia orgánica son más acentuados en el nivel I, mientras que en los restantes predominan los de acumulación, principalmente en el nivel IV.

En Venezuela la mayoría de los trabajos de productividad en ambientes acuáticos, se han realizado en sabanas inundables (Ramia, 1967); así, la producción primaria aérea neta en sabanas inundables dominadas por *Paspalum fasciculatum*, estimada por el método de los incrementos positivos, osciló entre 1 040-2 540 gr/m²/año (ESCOBAR, 1977; citado por BULLA y col., 1980); ENTRENA (1976) reporta en sabanas de estero y moduladas, dominadas por *H. amplexicaulis* y *Leersia hexandra* valores de 2 430 gr/m²/año (suma de los incrementos positivos). BULLA y col. (1980) por el mismo método reporta para una sabana modulada y dominada por *H. amplexicaulis* valores de 1 097 gr/m²/año. Generalmente los valores de producción de materia orgánica para comunidades emergentes correspon-

den a sitios fértiles, los cuales varían entre 3 000 y 8 500 gr/m²/año (WESTLAKE, 1963, 1982; LIKENS, 1975). En este trabajo la producción neta anual osciló entre 463 y 826 gr/m²/año (suma de incrementos positivos), con promedio de 609 gr/m²/año, la cual resulta baja al compararla con las comunidades mencionadas. Sin embargo, estos resultados son comparables con los reportados por JUNK (1970; citado por FITTKAU y col., 1975) en *P. repens* (Amazonas), los cuales varían entre 200 y 600 gr/m²/año, para un período de crecimiento de 2 a 6 meses, en cuerpos de agua con oscilación de la lámina de agua y relativamente pobres en nutrientes; a su vez, son superiores a los encontrados por HERNÁNDEZ (1987), para una comunidad dominada por *E. interstincta* con valores de 300 gr/m²/año, la cual está ubicada en una laguna (cubeta) cuyos suelos son pobres en nutrientes, ácidos y con alta proporción de hierro, manganeso y aluminio solubles.

Por otro lado, los valores bajos de producción primaria de *E. interstincta* en la laguna El Burro, pueden relacionarse o con un movimiento continuo de carbón asimilado desde los culmos hacia las raíces y rizomas, o con deficiencias en el contenido de nutrientes del sustrato de este cuerpo de agua, ya que está ubicada en áreas cuyos suelos están altamente meteorizados y muestran los últimos efectos del lavado (Ultisoles). Sin embargo, hay que considerar que en la mayoría de los casos los resultados de producción primaria no son comparables, debido a que las condiciones ambientales, así como la metodología empleada para sus estimaciones difieren significativamente (KELLY y col., 1974; LINTHURST y REIMOLD, 1978; HOPKINSON y col., 1980).

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 12 octobre 1989

BIBLIOGRAFÍA

- BERROTERAN (J. L.), 1985. — Geomorfología de un área de los Llanos Bajos Centrales Venezolanos. *Bol. Soc. Ven. Cienc. Nat.*, 143 : 31-77.
- BULLA (L.), PACHECO (J.) y MIRANDA (R.), 1980. — Ciclo estacional de la biomasa verde, muerta y raíces en una sabana inundada de estero en Mantecal (Venezuela). *Act. Cien. Ven.*, 31 : 339-344.
- ENTRENA (I.), 1976. — Estudio comparativo de la biomasa aérea neta y composición florística a lo largo de un gradiente microtopográfico del Módulo Experimental de Mantecal (Edo. Apure). T.E.G., Fac. de Ciencias, U.C.V., Caracas.
- EWEL (J. J.) y MADRIZ (A.), 1986. — Zonas de Vida de Venezuela. M.A.C. Dirección de Investigación, Caracas.
- FITTKAU (E. J.), IRMLER (U.), JUNK (W. J.), REISS (F.) and SCHMIDT (G. W.), 1975. — Productivity, biomass and population dynamics in Amazonian Water bodies. In : Golley (F. B.) and Medina (E.) (Ed.), *Tropical Ecological Systems*. Springer-Verlag, Berlin.
- HOPKINSON (C. S.), GOSSELINK (J. G.) and PARRONDO (R. T.), 1980. — Production of Coastal Louisiana marsh plants calculated from phenometric techniques. *Ecol.*, 61 : 1091-1098.
- HERNANDEZ (R.), 1987. — Caracterización florística, fisionómica y fenológica de un sistema sujeto a inundación en la Región Centro Occidental del Edo. Guárico. T.E.G., Fac. de Ciencias, U.C.V., Caracas.
- JONES (M. B.) and MUTHURI (F. M.), 1985. — The canopy structure and microclimate of *Papyrus (Cyperus papyrus)* swamps. *J. Ecol.*, 73 : 481-491.
- KELLY (J. M.), VAN DYNE (G. M.) and HARRIS (W. F.), 1974. — Comparison of three methods of assessing grassland productivity and biomass dynamics. *Amer. Midl. Nat.*, 92 : 336-357.
- LIKENS (G. E.), 1975. — Primary production of Inland aquatic Ecosystems. In : Lieth (H.) and Whittaker (R. H.) (Ed.), *Primary Productivity of the Biosphere*. Springer-Verlag, Berlin.
- LINTHURST (R. A.) and REIMOLD (R. J.), 1978. — An evaluation of methods for estimating the net aerial primary productivity of estuarine angiosperms. *J. Appli. Ecol.* 15 : 919-931.
- MILNER (C.) and HUGHES (R.), 1968. — Methods for measurements of the primary production of grassland. IBP Handbook nº 6. Blackwell Sc. Publ. Oxford and Edinburg.
- ONDOK (J. P.), 1971. — Horizontal structure of some macrophytes stands and its production aspects. *Hydrobiologia*, 12 : 47-55.
- RAMIA (M.), 1967. — Tipos de sabanas de los Llanos de Venezuela. *Bol. Soc. Ven. Cienc. Nat.*, 28 : 264-288.
- SABATTINI (R. A.), 1985. — Dinámica y Productividad de *Paspalum repens* Bergius (Canutillo) en un ambiente léntico del Valle aluvial del Río Paraná. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 18 : 3-11.
- SINGH (J. S.) and YADAVA (P. S.), 1974. — Seasonal variation in composition, plant biomass, and net primary productivity of a tropical grassland at Kurukshetra, India. *Ecol. Mon.*, 44 : 351-376.
- VELASQUEZ (J.), 1987. — Plantas acuáticas vasculares de Venezuela. Trabajo de Ascenso, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, U.C.V., Caracas.
- WESTLAKE (D. F.), 1963. — Comparisons of plant productivity. *Biol. Rev.* 3 : 385-425.
- WESTLAKE (D. F.), 1982. — The primary productivity of water plants. In : *Studies on Aquatic Vascular Plants*. Ed. Symoens (J. J.), Hooper (A.) and Compere (P.); Royal Bot. Soc. of Belgium, Brussels : 165-180.