

**Dinámica y estructura de la energía en un
Ecosistema Pastizal. II. Estudio del pasto buffel
(*Cenchrus ciliaris* L.)¹**

Energy structure and its dynamics in a grassland ecosystem.
II. Study of buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.)

Tyrone Clavero²
Carlos F. Quintero³
J.J. Pérez⁴
Darisol Pacheco⁵

Resumen

La dinámica y la estructura de la energía en un ecosistema pastizal (pasto buffel - *Cenchrus ciliaris* L.), fueron estudiados durante un año en condiciones de bosque muy seco tropical. Se realizaron cosechas cada 28 días, cortándose el pasto a una altura de 15 cm. El material se dividió en fracción aérea y material radicular, estimándose los valores calóricos y la eficiencia ecológica con una bomba calorimétrica de oxígeno. Se encontraron diferencias significativas en el flujo de energía del material radicular ($P < 0.01$) y aéreo total ($P < 0.01$). Asimismo, se presentaron diferencias significativas en la energía producida por unidad de área y peso entre los meses evaluados. La eficiencia del pastizal en almacenar energía fue superior en el sistema radicular que en la fracción aérea. Además, se concluyó que existe una relación alta entre las condiciones climatológicas y la energía acumulada en el pastizal.

Palabras claves: *Cenchrus ciliaris*, energía, biomasa, eficiencia ecológica.

Abstract

Energy structure and its dynamic were studied in a grassland ecosystem (buffelgrass - *Cenchrus ciliaris* L.) in a very dry tropical forest conditions during one year. Harvested every 28 days at 15 cm stubble height, the material were split in root and aerial biomass. Through oxygen-bomb

Recibido: 06-09-93 . • Aceptado: 08-03-94

¹Proyecto N° 457-90 financiado por en el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES).

²Departamento de Zootecnia. Postgrado Producción Animal. LUZ. Apdo. Postal 15.205. Maracaibo-Venezuela.

³Departamento de Agronomía.

⁴Estudiante de Agronomía. LUZ.

⁵Departamento de Botánica.

calorimeter caloric values of two compartments were estimated and energy that there were significant differences ($P < 0.01$) on the energy structure into compartments (root and aerial biomass) between months. Ecological efficiency of the grassland community were higher in the root system than aerial biomass. Also the result suggest that there were strong relationship between climatic conditions and energy budget in a grassland ecosystem.

Key words: *Cenchrus ciliaris*, energy, biomass, ecological efficiency

Introducción

El incremento sin precedentes en la población humana durante los últimos años ha conducido a la evaluación de la potencialidad productiva de varios sistemas ecológicos. Relativamente, pocos estudios se han reportado sobre la productividad primaria y energética de ecosistemas tropicales, muy específicamente, en ecosistemas forrajeros, en donde los estudios de productividad primaria se iniciaron en la India a fines de la década de los 60 (Singh y Yadara, 1974).

El pasto buffel ha demostrado su habilidad de establecerse, persis-

tir y producir bajo condiciones climáticas adversas, específicamente bajo extensos periodos de sequía (Holt, 1985). Debido a estas características, es uno de los pastos más promisorios ha ser utilizado en sistemas de producción para regiones ubicadas en el bosque muy seco tropical, las cuales representan un área sobre las 300.000 ha. en la Cuenca del Lago de Maracaibo (COPLANARH, 1968).

Los objetivos de este estudio fueron evaluar el pasto buffel en función del flujo de energía en el ecosistema pastizal y la eficiencia del mismo en almacenar la energía.

Materiales y métodos

Ubicación del ensayo.

Esta investigación fue realizada en la granja experimental Ana María Campos de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, ubicada en el Km 10 vía La Cañada, Municipio Maracaibo del Estado Zulia. La zona donde se ubica la granja es característica del bosque muy seco tropical, con una temperatura de 30 °C, precipitación anual promedio de 450 - 600 mm y una evaporación de 1650 mm.

Tratamientos y diseño experimental.

Se estudió el pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) bajo condiciones de secano, el cual estaba totalmente establecido.

Se utilizaron tres bloques de 300 m² cada uno, con doce parcelas de 25 m² (5 x 5), muestreándose un área efectiva por parcela de un m². Las parcelas se cosecharon cada 28 días y se tomó manualmente dos muestras de 0.5 m². Después de cada corte, se uniformaban todas las par-

celas a una altura de 15 cm, para mantener igual nivel de competencia, manteniendo un crecimiento activo de 28 días, acumulando y distribuyendo energía para ese período específico de crecimiento.

Se realizaron las siguientes mediciones: biomasa aérea y radicular; determinación del valor calórico del pasto, para determinar la energía bruta se utilizó una bomba calorimétrica; y valor energético del pastizal.

El diseño experimental fue un bloques al azar, con tres repeticiones, el cual tiene el siguiente modelo aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Es una observación.
- T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.
- B_j = Efecto del j-ésimo bloque.
- E_{ij} = Error experimental.

Resultados y discusión

Flujo de energía dentro del ecosistema pastizal.

Los valores calóricos para los diferentes meses en el pasto buffel, se encuentran en el Cuadro 1. Se

presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en el flujo de energía, tanto para el material radicular, como aéreo a lo largo del período de evaluación. Los mayores valo-

Cuadro 1. Descripción de la energía bruta (kcal/g).

Meses	Raíz	%	Area Total	%
Marzo	6.4614	40.74	9.3980	59.26
Abril	5.8381	47.25	6.5170	52.75
Mayo	5.0784	44.12	6.4310	55.88
Junio	4.7265	39.39	7.2730	60.61
Julio	5.3056	41.58	7.4550	58.42
Septiembre	5.4351	52.49	4.9230	47.51
Octubre	3.0812	48.20	3.3100	51.80
Noviembre	2.8717	31.44	6.2630	68.56
Diciembre	3.2873	36.13	5.8100	63.87
Febrero	5.4631	45.78	6.4710	54.22

res de energía se ubicaron para el material radicular en los meses de marzo (6.4614) y abril (5.8381) y para la fracción aérea en los meses de marzo (9.3980), junio (7.2730) y julio (7.4550), el resto de los meses mostraron variaciones inconsistentes en los valores calóricos. En general, la fracción aérea presentó los mayores contenidos de energía por unidad de peso. Estos resultados concuerdan con los reportados por Clavero *et al.*, (1993), quienes estudiando el pasto alemán (*Echinochloa polystachia*) encontraron mayor concentración de energía en la fracción aérea.

Misra y Mall (1974) reportaron que el valor calórico de los diferentes estratos de la planta, depende de la cantidad y calidad de reservas almacenadas, en general, el valor calórico es mayor cuando las plantas están florecidas y/o en fructificación. Kieck-

hefer (1962) reportó una correlación positiva entre fenología y contenido calórico, encontrando que el contenido de energía incrementa continuamente desde el estado de plántula, hasta el final del ciclo de vida.

Eficiencia del pastizal en almacenar la energía radiante.

De acuerdo a Botkin y Malone (1968) la eficiencia ecológica es una relación entre la energía almacenada por la vegetación y la radiación solar disponible en una unidad de área en un período de tiempo determinado.

En el presente estudio se observaron fluctuaciones en la eficiencia del pastizal en el almacenamiento de la energía (Cuadro 2). Los datos de eficiencia se encuentran a un rango de 0.37 - 1.32 y 0.12 - 0.79% para el sistema radicular y biomasa aérea, respectivamente.

Cuadro 2. Eficiencia del pastizal en el almacenamiento de la energía (%).

Meses	Raíz	Area Total
Abril	1.10	0.55
Mayo	0.80	0.35
Junio	0.82	0.23
Julio	1.32	0.49
Septiembre	0.71	0.12
Octubre	0.64	0.15
Noviembre	0.40	0.20
Diciembre	0.41	0.79
Febrero	0.37	0.54

Los mayores valores de eficiencia en almacenar energía del sistema radicular, fueron durante el período de crecimiento activo de las plantas (abril-octubre), especialmente debido a la acumulación de materia orgánica, la cual va a ser requerida para el crecimiento y/o respiración de la parte aérea durante los períodos críticos. Resultados similares fueron reportados por Trivedi y Mishra (1983) trabajando con pastos naturales de zonas semiáridas.

Energía por área producida por el pastizal.

La contribución de los diferentes componentes del pasto buffel a la estructura de la energía, son presentados en el Cuadro 3. Es evidente que los mayores valores se concentraron en el sistema radicular y los menores en la biomasa aérea. Los valores más altos se observaron en el material radicular en los meses de abril (1212,9), julio (1244) y septiem-

bre (1314.4). En cuanto a la fracción aérea total, estos valores se ubicaron en los meses de febrero (1046.6) y diciembre (982.8).

Existe una distribución diferencial en la concentración de energía bruta acumulada por la planta, tanto para el material radicular, como para la fracción aérea total durante el año, siguiendo una tendencia estacional principalmente influenciada por la distribución de las lluvias.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Shankor *et al.* (1967), Trivedi y Mishra (1983) y Clavero *et al.* (1993), quienes señalaron que la biomasa radicular acumula la mayor energía por unidad de área, que la biomasa aérea. Las mayores acumulaciones en la raíz pueden ser debido a las altas concentraciones de carbohidratos no estructurales, proteínas y grasas, los cuales son utilizados como energía primaria e indis-

Cuadro 3. Energía por área producida por el pastizal (kcal/m²).

Meses	Raíz	%	Area Total	%
Abril	1212.982	66.50	610.965	33.50
Mayo	1054.279	69.78	456.582	30.22
Junio	1132.233	77.92	320.794	22.03
Julio	1244.269	72.88	463.012	27.12
Septiembre	1341.397	85.86	220.972	14.14
Octubre	652.196	72.99	249.196	27.01
Noviembre	488.763	66.86	242.269	33.14
Diciembre	470.206	34.25	902.770	65.75
Febrero	714.674	40.58	1046.596	59.42

pensables para la supervivencia de las plantas en los períodos de estrés.

Relación entre la energía acumulada en el pastizal y las condiciones climáticas.

En cuanto a la relación entre la energía de los diferentes componentes del pastizal (radicular y fracción aérea) y las condiciones del clima, se observa una relación alta. Valores de

R^2 para fracción aérea de 0.92 y para sistema radicular de 0.98. Lo que significa que la variación de la energía observada en el pasto buffel, puede explicarse por las variables de predicción incluidas en el modelo de regresión lineal. Ello es debido principalmente, al efecto de las condiciones de precipitación, humedad relativa, temperatura, radiación, evaporación e insolación (Cuadro 4).

Conclusiones

Existen diferencias significativas entre el flujo de energía del pasto buffel, durante el período de evaluación en relación al material radicular y la fracción aérea total.

En términos de eficiencia, el sistema radicular evidencia mayor capacidad de almacenar la energía radiante.

Existen diferencias significativas en cuanto a la energía por unidad de área producida por el pastizal,

durante el período experimental, presentándose mayor concentración de energía en el sistema radicular que en la fracción aérea total.

La energía absorbida por el material radicular y la fracción aérea, tienen una relación alta (0.92 y 0.98, respectivamente), con los factores del clima, específicamente, con la precipitación, evaporación, temperatura, humedad, radiación e insolación.

Cuadro 4. Relación de los componentes de la planta y los factores del clima.

Ecuación de Regresión

$$Y1 = - 1699850.1 - 60379H + 139096.1T + 3430.5R + 20355.5Ev + 1503P + 94494.5I$$

$$Y2 = - 4985291.9 + 87783.6H + 34297.3T - 3736.9R + 195862.9Ev + 4954P + 338593I$$

Y1 = Calorías por m² en el sistema radicular.

Y2 = Calorías por m² en la fracción aérea.

Ev = Evaporación.

P = Precipitación.

T = Temperatura.

H = Humedad.

R = Radiación.

I = Insolación.

Literatura citada

1. Botkin, D. and C.R. Malone. 1968. Efficiency of net primary production based on light intercepted during the growing season. *Ecology*. 49:438-444.
2. Clavero, T., J. Bozo y G. Romero. 1993. Dinámica y estructura de la energía en un ecosistema pastizal. I. Estudio del pasto alemán (*Echinochloa polystachia*) en el período seco. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 10:133-142.
3. Comisión de Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH). 1968. Inventario Nacional de Tierras. Región del Lago de Maracaibo. Venezuela. Publicación N° 34 y 29.
4. Holt, E. 1985. Buffelgrass. A brief history. En: *Buffelgrass: Adaptation, Management and Forage quality* pp:1-5.
5. Kieckhefer, B. 1962. Correlation between phenology and caloric content in forest herbs. *Acad. Sci.* 55:215-23.
6. Misra, C. and L. Mall. 1974. Energy storage and transfers in a tropical grassland community. *Trop. Ecol.* 15:22-27.
7. Shankar, V., T.S. Kachwaha and S.K. Saxena. 1977. Factors affecting efficiency of solar energy capture by Anjan (*Cenchrus ciliaris* L.) pasture. *Forage Res.* 3:107-128.
8. Singh, J.S. and P.S. Yadava. 1974. Seasonal variation in composition, plant biomass and net primary productivity of a tropical grassland at Kurukshetra, India. *Ecological Monographs*. 44:355-376.
9. Trivedi, B.K. and G. Mishra. 1983. Ecological studies of certain grassland at Jhansi-energy structure and its agronomics. *Annals of Arid Zone*. 22:107-115.