

# SELECCIÓN DE VARIABLES MORFOAGRONÓMICAS QUE CARACTERIZAN EL COMPORTAMIENTO DEL CRECIMIENTO DEL PASTO ESTRELLA EN CONDICIONES DE PASTOREO

P. P. del Pozo, R. S. Herrera, Dunia Chávez, Lucía Fernández y M. García

**ABSTRACT.** The main component analysis was used to define which morphoagronomic indicators can explain star grass (*Cynodon nlemfuensis*) variation through its growth and development under grazing conditions (Voisin Rational Grazing, VRG and Rotational Grazing with 12 paddocks, RG-12) in the rainy season (May-October). Matrixes of 90 rows (regrowth age between 0 and 8 weeks) and 12 columns (morphoagronomic variables) were prepared and the correlation matrixes among traits were calculated. In both management systems, the first four main components explained 81 and 80.3 % total variability for VRG and RG-12 systems, respectively, with the same weighing and arrangement of components in those systems. Dry weight, leaf, stem and dead material percentages, internode length and diameter, total dry matter content and its components were indicators showing the highest variation on plant growth. It is advisable to take into account these variables in morphophysiological studies of this species under the conditions studied.

**Key words:** *Cynodon nlemfuensis*, growth, morphological development, main components

**RESUMEN.** Se utilizó el análisis de componentes principales para definir cuáles de los indicadores morfoagronómicos explican la variación que muestra el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) a través de su crecimiento y desarrollo en condiciones de pastoreo (Pastoreo Racional Voisin, PRV y Rotacional con 12 cuarterones, PR-12) durante el período lluvioso (mayo-octubre). Para ello se confeccionaron matrices de 90 filas (edades de rebrotes entre 0 y 8 semanas) y 12 columnas (variables morfoagronómicas) y se calcularon las matrices de correlación entre caracteres. En ambos sistemas de manejo las cuatro primeras componentes explicaron el 81 y 80.3 % de la variabilidad total para el PRV y PR-12, respectivamente, con una similar ponderación y distribución de las variables entre las componentes en los sistemas. El peso seco, el porcentaje de hojas, tallos y material muerto, largo y diámetro del entrenudo, así como el contenido de masa seca total y el de sus componentes fueron los indicadores que mayor variación presentaron a través del crecimiento. Se recomienda tener en consideración estas variables en los estudios morfofisiológicos de esta especie en las condiciones estudiadas.

**Palabras clave:** *Cynodon nlemfuensis*, crecimiento, desarrollo morfológico, componentes principales

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha reconsiderado el empleo del análisis del crecimiento de los pastos, para describir y cuantificar los componentes del crecimiento a partir de variables morfofisiológicas, los cuales constituyen indicadores básicos para profundizar en la fisiología del rebrote y la productividad de los pastizales, así como para visualizar y definir los mecanismos a través de los cuales se explica la acción limitante de factores de ma-

nejo que son variantes para su crecimiento en las diferentes épocas del año (Del Pozo, 1998).

El análisis multivariado de componentes principales ha mostrado ser una técnica útil para la reducción y mejor interpretación de las mediciones en los experimentos de evaluación y selección de especies de pastos (Torres, Martínez y Noda, 1993; Medeiros *et al.*, 1997 y Liu, 1997), su caracterización química (Lao *et al.*, 1997), cuya base morfológica puede ser aplicable con éxito en la descripción de aquellos indicadores morfológicos del pastizal, que presentan una mayor variabilidad y significado fisiológico en los diferentes períodos de crecimiento.

El objetivo del presente trabajo consiste en definir cuáles de las variables morfológicas medidas expresan mejor los cambios que experimenta el pasto estrella a través de su crecimiento y desarrollo bajo pastoreo en dos sistemas de manejo.

Dr. C. P. P. del Pozo, Profesor Asistente del departamento de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria; Lic. Dunia Chávez, Profesora Instructora y Ms.C. Lucía Fernández, Profesora Asistente del departamento de Matemática y Física, Facultad de Mecanización, Universidad Agraria de La Habana, Apartado Postal 18 y Dr.C. R. S. Herrera, Investigador Titular, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Apartado 24, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizó el análisis de componentes principales para la selección de las variables morfoagronómicas que caracterizan los cambios estructurales del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), a través de su crecimiento y desarrollo, bajo dos métodos de explotación: Pastoreo Racional Voisin (PRV-72) y el Rotacional con 12 cuarterones (PR-12) en suelo Ferralítico rojo compactado (ISACC, 1978) en condiciones de secano y sin fertilización mineral durante la estación lluviosa de 1994, manejado con una carga global de 2.9 UGM.ha<sup>-1</sup> y una intensidad de pastoreo de 203 y 80 unidades de ganado mayor (UGM) días.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

## TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En ambos métodos de explotación, se empleó un diseño totalmente aleatorizado con 10 repeticiones; los tratamientos fueron las edades de rebrote desde 0 a ocho semanas. *Procedimiento.* Se cosecharon cada semana 10 muestras de 0.25 m<sup>2</sup> por tratamiento de forma sistemática, con el empleo del método tradicional de corte y pesaje (Senra y Venereo, 1986), de donde se obtuvo la muestra de pasto (100 g MV), la cual se separó en hojas, tallos y material muerto. En cada muestra se tomaron 10 g de hojas y se les midió el largo desde la lígula hasta el ápice por el haz y el ancho en el punto medio longitudinal; en 15 g de tallos se determinó el largo y el diámetro de los entrenudos definidos. Cada submuestra se introdujo en la estufa a una temperatura de 60°C hasta peso constante. Los valores promedio y desviaciones estándar de los indicadores estudiados se muestran en la Tabla I.

**Tabla I. Medias y desviación estándar de las variables morfoagronómicas estudiadas en ambos sistemas de manejo**

| Variables morfológicas           | PRV-72 |                     | PR-12 |                     |
|----------------------------------|--------|---------------------|-------|---------------------|
|                                  | Media  | Desviación estándar | Media | Desviación estándar |
| Peso seco (g MS/m <sup>2</sup> ) | 0.369  | 0.14                | 0.267 | 0.10                |
| Relación de masa seca (%):       |        |                     |       |                     |
| Material muerto                  | 27.41  | 9.15                | 20.72 | 8.93                |
| Hojas                            | 30.89  | 9.65                | 40.18 | 9.05                |
| Tallos                           | 41.70  | 1.85                | 39.09 | 2.20                |
| Contenido de masa seca (%):      |        |                     |       |                     |
| Material muerto                  | 38.35  | 7.08                | 32.5  | 9.61                |
| Hojas                            | 28.74  | 3.20                | 29.13 | 3.05                |
| Tallos                           | 25.68  | 1.73                | 25.44 | 1.85                |
| Muestra total                    | 29.41  | 4.43                | 28.42 | 3.04                |
| Largo de la hoja                 | 13.66  | 2.05                | 12.85 | 2.41                |
| Ancho de la hoja                 | 0.49   | 0.04                | 0.47  | 0.05                |
| Largo del entrenudo              | 5.41   | 0.89                | 4.67  | 1.30                |
| Diámetro del entrenudo           | 0.20   | 0.01                | 0.20  | 0.02                |

*Análisis matemático.* Para el análisis estadístico, se elaboró una base de datos para cada método de explotación con 90 filas (edades de rebrotes) y 12 columnas (variables morfológicas) y se calculó la matriz de correlación entre variables para cada método de manejo. En ambos casos se utilizó el paquete estadístico Statgraphics, versión 5.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Tablas II y III se muestran los resultados de la extracción de los componentes principales y las correlaciones entre las variables estudiadas en cada una de las componentes seleccionadas en los dos métodos de explotación. En ambos casos los valores propios de importancia, según Linares (1990) y Torres, Martínez y Noda (1993), se obtuvieron hasta la cuarta componente con valores de hasta 1.09 y 1.06 para los sistemas PRV-72 y PR-12, respectivamente, las cuales explican el 81.0 y 80.3 % de la varianza total en ambos experimentos. No obstante, la varianza explicada por las dos últimas componentes no sobrepasan el 10.5 %.

**Tabla II. Valores propios, vectores propios y porcentajes de contribución de las variables en las componentes C1, C2, C3 y C4 en el sistema PRV-72 cuarterones**

|                               | C1    | C2     | C3    | C4    |
|-------------------------------|-------|--------|-------|-------|
| <b>Valores propios</b>        | 4.90  | 2.56   | 1.18  | 1.09  |
| Varianza explicada (%)        | 40.80 | 21.30  | 9.80  | 9.10  |
| Varianza acumulada (%)        | 40.80 | 62.10  | 72.00 | 81.0  |
| <b>Vectores propios</b>       |       |        |       |       |
| Peso seco                     | 0.82  | 0.18   | -0.18 | 0.06  |
| Por ciento de material muerto | -0.86 | 0.20   | -0.04 | -0.14 |
| Por ciento de hojas           | 0.81  | -0.21  | 0.05  | -0.40 |
| Por ciento de tallos          | 0.09  | 0.04   | -0.03 | 0.97  |
| Masa seca del material muerto | -0.66 | 0.59   | 0.21  | 0.17  |
| Masa seca de la hoja          | 0.22  | 0.88   | 0.14  | 0.04  |
| Masa seca del tallo           | 0.005 | 0.85   | -0.28 | 0.05  |
| Masa seca de la muestra total | -0.44 | 0.87   | 0.09  | -0.04 |
| Largo de la hoja              | 0.88  | -0.005 | 0.22  | 0.05  |
| Ancho de la hoja              | 0.63  | -0.13  | 0.36  | 0.08  |
| Largo del entrenudo           | 0.76  | 0.10   | 0.34  | 0.09  |
| Diámetro del entrenudo        | 0.15  | 0.02   | 0.87  | -0.05 |

**Tabla III. Valores propios, vectores propios y porcentajes de contribución de las variables en las componentes C1, C2, C3 y C4 en el sistema PR-12 cuarterones**

|                               | C1    | C2    | C3    | C4    |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Valores propios</b>        | 4.20  | 3.11  | 1.26  | 1.06  |
| Varianza explicada (%)        | 35.00 | 26.00 | 10.50 | 8.80  |
| Varianza acumulada (%)        | 35.00 | 61.00 | 71.50 | 80.30 |
| <b>Vectores propios</b>       |       |       |       |       |
| Peso seco                     | 0.82  | 0.03  | 0.16  | 0.06  |
| Por ciento de material muerto | -0.89 | -0.07 | 0.07  | 0.14  |
| Por ciento de hojas           | 0.84  | 0.13  | -0.41 | -0.02 |
| Por ciento de tallos          | 0.09  | -0.12 | 0.08  | -0.29 |
| Masa seca del material muerto | -0.51 | 0.75  | 0.01  | 0.02  |
| Masa seca de la hoja          | 0.31  | 0.87  | -0.02 | 0.04  |
| Masa seca del tallo           | 0.08  | 0.88  | 0.08  | -0.10 |
| Masa seca de la muestra total | -0.16 | 0.97  | -0.02 | 0.02  |
| Largo de la hoja              | 0.92  | -0.11 | 0.04  | 0.13  |
| Ancho de la hoja              | 0.54  | -0.25 | -0.32 | -0.37 |
| Largo del entrenudo           | 0.86  | -0.13 | 0.14  | -0.06 |
| Diámetro del entrenudo        | 0.02  | -0.07 | -0.61 | 0.89  |

En la primera componente las variables masa seca, por ciento de material muerto y de hojas, el largo de la hoja y del entrenudo (Tablas II y III) fueron las medidas que mayores valores presentaron, la cual explica el 40 y 35 % de la varianza total para el sistema PRV-72 y el PR-12, respectivamente.

En ambos métodos de explotación, la variable por ciento de material muerto presentó valores negativos, lo cual se considera lógico debido a la relación inversa que esta presenta con los procesos relacionados con el crecimiento de la planta, independientemente del grado de intensidad con que se maneje el pastizal, lo cual nos indica la importancia que adquiere este componente morfológico en los estudios de análisis del crecimiento en condiciones de pastoreo, cuya dinámica depende del balance que se establece entre el nuevo crecimiento y lo que senece (Parson *et al.*, 1983; Moraes, Maraschin y Nabinger, 1995 y Marachin, 1996).

Aunque el aporte efectuado por el ancho de la hoja fue ligeramente bajo en la componente 1, en el PRV-72 ( $r=0.63$ ) y PR-12 ( $r=0.54$ ) constituye una variable básica para la estimación del área foliar de esta especie (Del Pozo, Herrera y Alvarez, 1998), indicador esencial para el análisis cuantitativo del crecimiento de los pastos (Mesa y Avila, 1992; Lemaire, 1995 y Gomide y Gomide, 1997).

La segunda componente (CP2) explica el 21.3 y 26 % de la varianza total para los sistemas PRV-72 y PR-12, respectivamente y los indicadores de mayor influencia fueron el contenido de materia seca de las hojas, tallos y material muerto con coeficientes de correlación en la componente superiores a 0.85.

Esta respuesta pudo estar relacionada con los cambios en la edad de rebrote del pastizal (Ramos, Herrera y Curbelo, 1993; Lazo *et al.*, 1996 y 1997). Se descarta la posibilidad de cambios en las variables climáticas y en especial de las precipitaciones, ya que estas se distribuyeron uniformemente (40 % de los días con lluvias) a través del período experimental (Del Pozo *et al.*, 1998). Esta componente se relaciona con el contenido de materia seca de los órganos aéreos de la planta.

A pesar de la baja contribución de las componentes 3 (CP3) y 4 (CP4) a la varianza total, se incluyen en los análisis debido a que en ellas las variables de mayor importancia fueron: el por ciento de tallos y su diámetro en los entrenudos, los cuales permiten caracterizar el desarrollo morfológico y la estructura de los pastizales con el aumento de la edad (Chapman y Lemaire, 1993; Machado, 1995), aspecto que se corroboró por Del Pozo (1998) al analizar el crecimiento y desarrollo de esta especie en condiciones de corte y pastoreo.

El comportamiento similar que presentó la ponderación y distribución de las variables entre los componentes en ambos métodos de manejo en las condiciones estudiadas, nos confirma la importancia que toman las variables masa seca, porcentaje de hojas, tallos y material muerto, largo y diámetro de los entrenudos, así como el contenido de materia seca total y el de sus órganos en los estudios de análisis del crecimiento del pasto estrella. Se recomienda tener en consideración estas varia-

bles en futuras investigaciones, donde se analice el crecimiento y desarrollo de esta especie en condiciones de pastoreo y época del año semejante a la estudiada.

## AGRADECIMIENTOS

A los técnicos y obreros del Departamento de Biotecnología y del Genético III del Instituto de Ciencia Animal, por la ayuda brindada en la ejecución de este trabajo.

## REFERENCIAS

- Chapman, D. E. y Lemaire. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. En XVII International Grassland Congress, 17. 1993 New Zealand, 1993, p. 95-104.
- Del Pozo, P. P. Análisis del crecimiento del pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) bajo condiciones de corte y pastoreo. [Tesis de Doctorado]. La Habana : ICA, UNAH, 1998.
- Del Pozo, P. P., Herrera, R. S. y Alvarez, A. Estimación del área foliar del pasto estrella (*C. nlemfuensis*) a partir de mediciones lineales de sus Hojas. *Cultivos Tropicales*, 1998, vol. 19, no. 2, p. 23-26.
- Del Pozo, P. P., *et al.* Estudio morfofisiológico del crecimiento del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) bajo condiciones de pastoreo en la estación lluviosa. *Pastos y Forrajes*, 1998, vol. 21, no. 4, p. 315.
- Gomide, A. y Gomide, C. M. M. Morphogenesis and growth analysis of *Panicum maximum* cultivars. En XVII International Grassland Congress. Canada, 1997, p. 15-83.
- ISACC. Segunda clasificación genética de los suelos cubanos. La Habana: Academia de Ciencias de Cuba, 1978.
- Lao, O., *et al.* Selección de constituyentes químicos importantes en once variedades de *Leucaena leucocephala*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 1997, vol. 31, no. 1, p. 105.
- Lazo, J. A., *et al.* Dinámica de crecimiento de mezclas de *Panicum* vc. *Likoni* y *Cynodon dactylon* vc. 67 en Cuba. I. Comportamiento durante la estación seca. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 1996, vol. 30, no. 2, p. 203.
- Lazo, J. A., *et al.* Dinámica de crecimiento de mezclas de *Panicum* vc. *Likoni* y *Cynodon dactylon* vc. 67 en Cuba. II. Comportamiento durante la estación lluviosa. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 1997, vol. 31, no. 2, p. 209.
- Lemaire, G. Ecophysiological approaches to intercropping. En: *Ecophysiology of Tropical Intercropping*. Editorial INRA, 1995, p. 9-25.
- Linares, G. Análisis de datos. La Habana : Universidad de la Habana, 1990, 590 p.
- Liu, C. J. Verification and genetic variation between *Stylosanthes* sp AFF. S. *Scabra* accessions. En XVIII International Grassland Congress. Canada. 1997, p. 1094.
- Machado, C. R. Dinámica de algunos indicadores morfológicos y estructurales de *Andropogon gayanus* CIAT-621 bajo condiciones de manejo intensivo. [Tesis de Maestría]. Universidad de Matanzas : EEPF «Indio Hatuey, Matanzas, 1995.

- Maraschin, G. E. Manejo de Coast-cross-1 Sob pastejo. En Anais do Workshop sobre o potencial forrajero do genero Cynodon. EMBRAPA/ CNPGL Brasil, 1996, p. 93-107.
- Medeiros, R. B., *et al.* Evaluation of tropical and subtropical forage grasses in the Northwest of Rio Grande do Sull, Brasil. En XVIII International Grassland Congress, Canada. 1997, p. 282.
- Mesa, A. y Avila, V. Métodos para determinar el área foliar en Panicum maximun, En IX Seminario Científico Nacional Hipanoamericano de Pastos y Forrajes de la EEPF «Indio Hatuey». Universidad de Matanzas, 1992, p. 70.
- Moraes, A., Maraschin, G. E. y Nabinger, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical e tropical: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. En Simposio sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros. *Brasilia e Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 1995, vol. 32, p. 145-200.
- Parson, A. J., *et al.* The physiology of grass production under grazing. I. Characteristic of leaf and canopy photosynthesis of continuously sward. *Journal of Applied Ecology*, 1983, vol. 20, p. 117-126.
- Ramos, N., Herrera, R. S. y Curbelo, R. Efecto de la fertilización nitrogenada en especies y variedades del género *Cynodon* en suelo ferralítico rojo típico. I Componentes del rendimiento. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 1993, vol. 27, p. 83-91.
- Senra, A. y Venereo, A. Métodos de muestreos. En: Los Pastos en Cuba. Editorial EDICA. 1986, p. 649.
- Torres, V., Martínez, R. O. y Noda, A. Ejemplo de aplicación de técnicas multivariadas en diferentes etapas del proceso de evaluación y selección de especies de pastos. I. Componentes principales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 1993, vol. 27, p. 131.

Recibido: 12 de abril de 1999

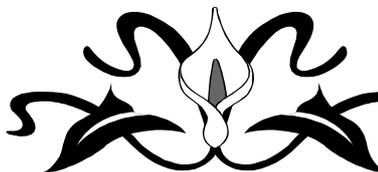
Aceptado: 24 de noviembre de 1999

INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

### **M A E S T R Í A**

**"M e j o r a m i e n t o G e n é t i c o d e l a s p l a n t a s"**

**Duración: 2 años**  
**Fecha de comienzo: septiembre**  
**Precio: 5 000 USD**  
**Coordinador: Dra.C. Marta Alvarez**



*Para más información diríjase a:*  
**Dr.C. Walfredo Torres de la Noval**  
**Dirección de Educación y Relaciones Públicas**  
**Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)**  
**Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,**  
**La Habana, Cuba CP 32700**  
**Telf: (53)(64) 6-3867, 6-3773**  
**Fax: (53)(64) 6-3867**  
**e-mail: posgrado@inca.edu.cu**