



REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria  
E-ISSN: 1695-7504  
redvet@veterinaria.org  
Veterinaria Organización  
España

Ramírez, J. L.; Herrera, R. S.; Leonard, I.; Verdecia, D.; Álvarez, Y.  
Relación de los indicadores de la calidad y la edad en dos especies de Brachiaria  
REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 13, núm. 11, noviembre, 2012, pp. 1-8  
Veterinaria Organización  
Málaga, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63624842008>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

## Relación de los indicadores de la calidad y la edad en dos especies de Brachiaria (Relation of the quality indicators and the age in two species of Brachiaria)

J. L. Ramírez<sup>1</sup>, R. S. Herrera<sup>2</sup>, I. Leonard<sup>1</sup>, D. Verdecia<sup>1</sup>, y Y. Álvarez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Granma, Bayamo, <sup>2</sup>Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque.

Contacto: [jramirezrivera@udg.co.cu](mailto:jramirezrivera@udg.co.cu)

### Resumen

Las expresiones matemáticas desempeñan un importante papel en la predicción del rendimiento y la calidad de los pastos. Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar ecuaciones que relacionen los indicadores de calidad y la edad, con énfasis en la digestibilidad y la energía de dos especies de Brachiaria en el Valle del Cauto. Se empleó un diseño en bloques al azar con cuatro réplicas. El experimento se desarrolló en un suelo de tipo fluvisol en secano y sin fertilización. Se determinaron porcentajes de PB, FB, PC, lignina, celulosa, hemicelulosa, contenido celular, DMS y DMO. Se realizó análisis multivariado de componentes principales teniendo en cuenta los factores climáticos y los indicadores de calidad. Se consideró como elemento de selección el valor de preponderancia igual o mayor de 0,75. Las ecuaciones múltiples lineales y los valores del coeficiente de determinación estuvieron por encima de 0,75. Los mayores  $R^2$  se obtuvieron para la DMS y DMO (ecuación  $II=a+b*FB+c*PC+d*Edad$ ,  $P<0,001$ ). Se concluye que las especies de Brachiaria se pueden caracterizar a través de las lluvias, temperatura mínima, media y máxima y la humedad relativas, además de la PB, FB, FAD, L, PC, DMS, DMO, EM, ENL, CC y Celulosa; se establecieron ecuaciones de regresión múltiple lineal entre la DMS, DMO, EM y ENL considerando: a) PB, CC y edad, b)FB, PC y edad, con altos  $R^2$  y bajos errores estándar de estimación y cuadrado medio del error.

**Palabras clave:** análisis multivariado, composición química, pasto

### Abstract

The mathematical expressions are an important part in the prediction of the yield and the quality of the grasses. The objective of this work was to determine equations that relate the indicators of quality and the age, with emphasis in the digestibility and the energy of two species of Brachiaria in the Valle del Cauto , Cuba. The data were from an experiment using a random block desings with four replicates. The experiment was developed in a soil fluvisol type, and without fertilization and irrigation. Percentages of CP, CF, PC, lignin, cellulose, hemicellulose, cell content, DMD and OMD were determined. Was carried out multivariate analysis of main components taking in to account, the the climatic factors and the quality indicators. It was considered as selection factor the value

of same preponderance or bigger than 0,75. The multiple lineal equations and the values of the coefficient of determination were above 0,75. The biggest  $R^2$  was obtained for the DMD and MOD (equation  $II=a+b*CF+c*CP+d*age$ ,  $P<0,001$ ). The species of Brachiaria can be characterized through the rains, minimum temperature, mediates and maxim and the relative humidity, besides the CP, CF, ADF, L, cell wall, DMD, OMD, ME, NEL, cell content and Cellulose; equations of multiple lineal regression settled down among the DMD, OMD, ME and NEL considering: a) CP, cell content and age, b) CF, cell wall and age, with high standard  $R^2$  y low errors of estimate and half square of the error.

**Key words:** *Multivariate Analysis, chemical composition, grass*

---

## Introducción

El papel de la Matemática y sus aplicaciones ha sido diferente en los ámbitos de la actividad humana y en las distintas épocas. Esta ciencia se formó históricamente bajo la influencia considerable de dos factores: el nivel de desarrollo del aparato matemático y el grado de madurez de los conocimientos acerca del objeto de estudio; así como la posibilidad de describir sus rasgos y propiedades más importantes en un lenguaje de símbolos y ecuaciones <sup>(1)</sup>.

Por otra parte, la composición química en especies de plantas se predice también con el empleo de diferentes expresiones matemáticas. Los análisis multivariados y las ecuaciones de regresión pueden ser de gran utilidad para explicar y pronosticar el comportamiento de los pastos y forrajes, sin el empleo de costosas técnicas analíticas de laboratorio.

Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar expresiones matemáticas que relacionen los indicadores de calidad y la edad, con énfasis en la digestibilidad y la energía de dos especies de Brachiaria en el Valle del Cauto.

## Material y Métodos

**Área de la investigación.** La investigación se desarrolló en la finca para producción de semilla La Almendra, localizada en la provincia de Granma a 12 km de la ciudad de Bayamo, al sureste de Cuba. Se utilizaron las especies *Brachiaria decumbens* vc. Basislisk y la *Brachiaria brizantha* x *ruziziensis* vc. Mulato, con cuatro años de establecimiento. El estudio se llevó a cabo durante los períodos poco lluvioso (enero a abril) y lluvioso (julio a octubre) de 2005.

Durante el poco lluvioso, las precipitaciones fueron de 130 mm. Las temperaturas media, mínima y máxima alcanzaron valores promedio de 24,3; 18,9 y 30,6 °C, respectivamente. La humedad relativa media fue de 71 %. En el lluvioso, los valores estuvieron en el rango registrado históricamente en la región, y fueron de 759 mm, 27.2 °C, 23.5 °C, 33.0 °C y 81 %, respectivamente. El suelo correspondió al tipo fluvioso <sup>(2)</sup>, con pH de 6,2; los contenidos de  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  y N total fueron de 2,5; 38,5; 34 mg/100 g, respectivamente con 3,2 % de contenido de materia orgánica <sup>(3)</sup>.

**Tratamiento y diseño experimental.** Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. Los tratamientos fueron las edades de rebrote de 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días.

**Procedimiento experimental.** Al inicio de la evaluación en cada período, se realizó un corte de uniformidad a 10 cm del suelo (enero y julio para el período poco lluvioso y lluvioso, respectivamente), se delimitaron parcelas de 25 m<sup>2</sup> correspondientes a las edades de rebrote (30, 45, 60, 75, 90 y 105 días) con 50 cm por cada lado para el efecto de borde. El área no se regó ni fertilizó durante el experimento. Las parcelas estaban constituidas por 95 % de los pastos a evaluar, 3 % de gramíneas pertenecientes al género *Dichantium* y 2 % de especies pertenecientes a la familia Ciperaceas.

El muestreo se realizó mediante el corte total de cada parcela, y se tomó al azar una muestra representativa de las especies <sup>(4)</sup>, secándose en estufa de circulación de aire a 65 °C durante 72 horas.

Se determinaron la proteína bruta (PB) y fibra bruta (FB) según AOAC <sup>(5)</sup>; fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (PC), celulosa (Cel), hemicelulosa (Hemc), contenido celular (CC) y lignina (L) de acuerdo con Van Soest y Wine <sup>(6)</sup>. Para esto se emplearon 200g de cada muestra con cuatro réplicas por tratamiento. La digestibilidad *in situ* a las 72 horas de incubación, se cuantificó por el método de la bolsa en rumen <sup>(7)</sup>, utilizando dos bovinos de 400 kg de peso de la raza Criolla Cubana, canulados en el rumen, y tratados contra ectoparásitos y endoparásitos antes de iniciar la prueba. Durante el período experimental, los animales estuvieron estabulados, previa adaptación de dos semanas al alimento. Las muestras de cada edad de rebrote se incubaron por sextuplicado en cada unidad experimental.

**Análisis estadístico.** Se realizaron pruebas para verificar la distribución normal de los datos, homogeneidad de las varianzas; así como análisis de componentes principales teniendo en cuenta los factores climáticos y los indicadores de la calidad. Se consideró que la relación entre las variables evaluadas, presentaran valores de correlación mayores de 0,50 tanto positivas como negativas, y que no fuera inferior al 50 % del número total de relaciones.

Se estableció como factor de selección el valor de preponderancia igual o mayor de 0,80. Lo que permitió elegir las variables que fueron empleadas en las ecuaciones múltiples lineales, y así relacionar la DMS, DMO, EM, ENL, y la PB, FB, contenido celular (CC), pared celular (PC), lignina (L) y la edad.

Para la selección de la ecuación de mejor ajuste se consideró valor más elevado de R<sup>2</sup>, alta significación, bajo error estándar de los términos y de estimación, menor cuadrado medio del error, aporte significativo de los términos de la ecuación y bajo coeficiente de indeterminación (1 - R<sup>2</sup>). Para estos análisis se empleó el sistema estadístico Statistic versión 8.0 para Windows.

## Resultados y Discusión

Se obtuvieron tres componentes principales con valores propios superiores a uno y que explican 92,48 % de la variabilidad entre las variedades. En la primera hubo 12 indicadores con valores de preponderancia mayor de 0,75. La segunda componente sólo estuvo determinada por la humedad relativa y en la tercera ningún indicador alcanzó el valor de 0,75 (Cuadro 1).

Las variables PB, EM, ENL, y CC se contraponen a la FB, FAD, L, PC y Celulosa, todas ellas unidas a la lluvia fueron las de mayor influencia. Esto ratifica la estrecha relación de los componentes de la pared celular con los del contenido celular y a la vez muestra a la FAD, L y PC como los indicadores de mayor importancia en el momento de analizar estas variedades. De igual forma se refleja mayor valor de preponderancia para la PC, lo que ratifica lo referido en la literatura <sup>(8)</sup>, donde se plantea que la fibra neutro detergente ofrece un criterio más acertado de la pared celular de los forrajes (hemicelulosa, celulosa y lignina) y la importancia que tiene de realizar el estudio fraccionado de la fibra para poder llegar a criterios más precisos cuando se trabaja con alimentos voluminosos.

**Cuadro 1. Resultados del análisis de componentes principales en las dos variedades de Brachiaria**

	Componente principal		
	1	2	3
<b>Lluvias</b>	-0,86	-0,22	-0,13
<b>Temperatura mínima</b>	-0,64	-0,73	-0,11
<b>Temperatura máxima</b>	-0,69	-0,65	-0,10
<b>Temperatura media</b>	-0,66	-0,70	-0,11
<b>Humedad relativa</b>	-0,51	-0,83	-0,07
<b>PB</b>	0,80	-0,47	-0,11
<b>FB</b>	-0,95	0,09	0,22
<b>FAD</b>	-0,95	-0,005	0,20
<b>L</b>	-0,92	-0,02	0,19
<b>PC</b>	-0,92	0,14	0,33
<b>DMS</b>	0,86	-0,34	0,33
<b>DMO</b>	0,85	-0,34	0,33
<b>EM</b>	0,87	-0,23	0,32
<b>ENL</b>	0,88	-0,18	0,32
<b>CC</b>	0,92	-0,14	0,33
<b>Hem.</b>	-0,33	0,52	0,55
<b>Cel.</b>	-0,94	-0,001	0,19
<b>MO</b>	0,23	-0,70	0,61
<b>Valor propio</b>	11,45	3,58	1,60
<b>Varianza explicada %</b>	63,63	19,93	8,90
<b>Varianza total acumulada</b>	63,63	83,57	92,48

Los estudios en leguminosas <sup>(9)</sup> al emplear la técnica de análisis multivariado (componentes principales) mostraron que las variables EB y DMS, entre otras,

fueron las que presentaron mayor importancia, ya que aportaron mayor variabilidad en ambos grupos, similares resultados se demostraron en esta investigación, aunque es importante señalar que eran especies diferentes. En tal sentido, en evaluaciones de recursos forrajeros, se ha establecido que la concentración de compuestos secundarios y variables asociadas al valor nutritivo, más que otros indicadores funcionales, resultan de vital importancia en la caracterización integral de los alimentos voluminosos en el trópico <sup>(10)</sup>.

Por otra parte, se informa <sup>(11)</sup> que en el pasto *Cenchrus ciliaris* la proteína bruta se relaciona de forma negativa con la componente; similares resultados se comprobaron en esta investigación. Esto se puede atribuir a que cuando se presentan mayores tiempos de reposo de MS y más avance fenológico de la planta, el forraje alcanza menor contenido de proteína cruda, lo que explica el comportamiento de esta variable.

Desde el punto de vista biosintético la relación inversa entre los coeficientes que caracterizaron los contenidos de proteínas y la fracción fibrosa, pudiera describir el antagonismo clásico que existe en la formación de proteína foliar y los compuestos mayoritarios de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina), aspecto que ha sido descrito en el follaje de otras especies en el proceso de envejecimiento de la biomasa <sup>(12)</sup> y que da respuesta al comportamiento entre estas variables.

Después de realizar el análisis multivariado y tener en cuenta sus resultados, se procedió a establecer las ecuaciones múltiples, que relacionan la DMS, DMO, EM y ENL (variables dependientes) y la PB, CC, FB, PC y L (independientes).

Para ello se consideraron dos variantes: I) los componentes solubles, la proteína bruta, el contenido celular, PB y CC y II) los estructurales FB y PC. En los dos casos se utilizó a la edad de rebrote.

Los coeficientes de determinación variaron entre 0,75 y 0,89. Sin embargo, la variante II fue la que mayor  $R^2$  presentó, mientras que en los dos casos la EM y ENL presentaron los menores coeficientes de determinación y errores estándar de estimación (Cuadro 2). Lo cual puede estar determinado por el grado de significación y contenido de la pared celular.

Los estudios desarrollados en Cuba <sup>(13)</sup> en la especie *Pennisetum purpureum* pueden explicar el comportamiento y los ajustes aquí encontrados. Los trabajos mostraron la disminución de la digestibilidad de esta especie al aumentar su edad de rebrote, ya que en la medida que avanzó el estado de madurez de la planta ocurrieron cambios fisiológicos que provocaron la disminución del contenido celular citoplasmático (ecuación I) y como consecuencia engrosamiento de la pared celular, se reduce el lumen celular y se incrementaron los componentes fibrosos (ecuación II). Es importante destacar que estos procesos se observaron de forma más marcada en el período lluvioso donde las condiciones climáticas favorecen el crecimiento de la planta y con ello se aceleran dichos procesos.

**Cuadro 2. Ecuaciones múltiples lineales para las dos variedades de Brachiaria.**

Variable	a	b	EE $\pm$	c	EE $\pm$	d	EE $\pm$	R $^2$	1-R $^2$	CMe	EE $\pm$
<b>DMS I</b>	64,74	0,02	0,17	-0,006	0,06	-0,19	0,01	0,87	0,13	3,86	1,96
<b>DMO I</b>	69,13	-0,02	0,55	-0,002	0,48	-0,20	0,02	0,87	0,13	4,04	2,01
<b>EM I</b>	11,41	-0,19	0,07	0,07	0,02	-0,06	0,006	0,78	0,22	0,60	0,77
<b>ENL I</b>	6,28	-0,08	0,04	0,04	0,01	-0,03	0,003	0,75	0,25	0,21	0,46
<b>DMS II</b>	55,30	-0,69	0,22	0,47	0,16	-0,19	0,01	0,88	0,12	3,50	1,87
<b>DMO II</b>	56,72	-0,87	0,22	0,59	0,16	-0,18	0,01	0,89	0,11	3,49	1,86
<b>EM II</b>	10,93	-0,23	0,09	0,12	0,06	-0,04	0,005	0,78	0,22	0,61	0,78
<b>ENL II</b>	5,63	-0,19	0,05	0,10	0,03	-0,02	0,002	0,78	0,22	0,19	0,44

R $^2$  todos para p<0,001

I=a+b\*PB+c\*CC+d\*Edad; II=a+b\*FB+c\*PC+d\*Edad y III=a+b\*PB+c\*Lig.+d\*Edad

En otros trabajos <sup>(14)</sup> se ha establecido la relación entre la digestibilidad el sílice y los monómeros de lignina en el pasto *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 con elevados R $^2$  y bajos errores de estimación. Lo que permite explicar el comportamiento de estas dos especies aquí evaluadas.

La influencia negativa de la edad en las variables dependientes determinadas, explica la disminución de la digestibilidad de la materia seca y orgánica; así como de las energías metabolizable y neta lactación al aumentar la edad de la planta. Además los altos coeficientes de correlación y los bajos errores estándar, demuestran el porcentaje de todas las variables explicativas en el análisis de las variables dependientes.

Sin embargo, la composición nutricional se ve afectada por la especie de planta, etapa de crecimiento, cultivo, medio ambiente, los insumos (luz, nutrientes, agua, entre otros) y el manejo. El rendimiento de forraje y las diferencias de composición de nutrientes entre los cultivares son atribuidas a diferencias en la madurez de la planta, distribución de la biomasa, la concentración de fibra y la composición estructural (porcentaje de la hoja y tallo) <sup>(15,16)</sup>.

Se plantea <sup>(17)</sup> que los métodos multivariados constituyen herramientas importantes para evaluar colecciones de especies vegetales, taxonómicamente relacionadas entre sí con potencial agropecuario, los cuales aportan informaciones medulares para dilucidar las características de poblaciones completas o las particularidades de individuos aislados; prescindiendo de los métodos estadísticos tradicionales los cuales resultan engorrosos cuando se utilizan en las evaluaciones de muchos casos y variables <sup>(18)</sup>.

## Conclusión

Las especies de Brachiaria se pueden caracterizar a través de las lluvias, temperatura mínima, media y máxima y la humedad relativas, además de la PB, FB, FAD, L, PC, DMS, DMO, EM, ENL, CC y Celulosa. Se establecieron ecuaciones de regresión múltiple lineal entre la DMS, DMO, EM y ENL

considerando: a) PB, CC y edad, b) FB, PC y edad; esto ofrece opciones de acuerdo con los recursos disponibles en los laboratorios.

## Referencias

1. Guerra Caridad; Cabrera A. y Fernández Lucia. Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica. (2003). Rev. Cubana Cienc. Agríc. 37 (1): 3-10.
2. Hernández A. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. (1999). Ed. Instituto de Suelos. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, Cuba. p. 25
3. Dirección de Suelos y Fertilizantes de Granma. (2005). Ministerio de la Agricultura. Granma. Cuba.
4. Herrera R. S. Fotosíntesis En: Pastos tropicales, contribución a la Fisiología, establecimiento, rendimiento de biomasa, producción de biomasa, producción de semillas y reciclaje de nutrientes. (2006). Ed. EDICA. ICA, La Habana. p. 37.
5. AOAC. Official Methods of Analysis. (1995). 16th Ed. Ass. Off. Agric. Chem. Washington, D.C.
6. Van Soest P.J. Development of a comprehensive System of feed analysis its application to forages. (1967). J. Anim. Sci. 26: 116-128.
7. Orskov E. R; Hovell B. D. y Mouid F. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. (1980). Producción Animal Tropical. 5: 213.
8. Díaz M. F; González A; Padilla C. y Curbelo F. Caracterización bromatológica de granos y forrajes de las leguminosas temporales *Cannavalia ensiformis*, *Lablab purpureus* y *Stizolobium niveum* sembrada a finales de la estación lluviosa. (2002). Rev. Cubana Cienc. Agríc. 36 (4): 409-416.
9. García D. E; Medina M. G; Moratinos P; Cova L. J; Torres A; Santos O. y Perdomo D. Caracterización químico-nutritiva de forraje de leguminosa y otras familias botánicas usando y análisis multivariado descriptivo. (2009). Avances en Investigación Agropecuaria 25 AIA. 13(2): 25-39.
10. Baldizán A. Producción de biomasa y nutrientes de la vegetación del bosque seco tropical y su utilización por rumiantes a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela. (2004). Tesis DrC. Universidad Central de Caracas. Caracas. Venezuela. p.288.
11. Díaz S. H; Gómez de la Fuente E; Zaldívar F. A; Briones E. F; Vargas T. y Grant W. E. Crecimiento y desarrollo del bufel [*Cenchrus ciliaris* (L.) Link] en la zona centro de Tamaulipas. (2007). México. Sitio Argentino de Producción Animal. APPA - ALPA - Cusco, Perú. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_mega-termicas/83-Diaz-Buffelmx.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_mega-termicas/83-Diaz-Buffelmx.pdf). [Consultado 12 de marzo de 2008].
12. Pineda M. Resúmenes de Fisiología vegetal. (2004). Servicios de publicaciones de la Universidad de Córdoba, Córdoba, España. 204 pp. Disponible en: [www.uco.es/publicaciones/revistas.html](http://www.uco.es/publicaciones/revistas.html) [Consultado 14 de octubre de 2009].
13. Valenciaga D; La O, O; Chongo B. y Oramas, A. Efecto del tiempo de reposo en la degradación ruminal *in situ* del

- complejo lignocelulósico y la producción de gas *in vitro* del clon CUBA CT-115 (*Pennisetum purpureum* sp.) (2006). Rev. Cubana Cienc. Agríc. 40(1): 71-81.
14. Valenciaga, D. Caracterización química y estructural de las paredes celulares de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115 y su digestibilidad ruminal en búfalos de río (*Bubalis bubalis*). (2007). Tesis DrC. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 110
15. Casler M. D. y Jung H. G. Relationships of fibre, lignin, and phenolics to *in vitro* fibre digestibility in three perennial grasses. (2006). Anim. Feed Sci. Technol. 125:151–161.
16. Groot J.C. y Lantinga E.A. An object-oriented model of the morphological development and digestibility of perennial ryegrass. (2004). Ecol. Modell. 177:297–312.
17. Hidalgo R. Variabilidad genética y características de especies vegetales. En: Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos filogenéticos. (2003). Franco, T. L. e Hidalgo, T. R. (Eds.). Boletín técnico No. 8. Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. p.89. Disponible en: [www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/894.pdf](http://www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/894.pdf) Consultado 3 de marzo de 2008].
18. Machado R. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas en suelos hidromórficos del humedal Ciénaga de Zapata. Establecimiento. (2006). Pastos y Forrajes. 29(2): 155-167.

## REDVET: 2012, Vol. 13 Nº 11

Recibido 02.09.12 / Aceptado 01.10.12 / Ref. def. 111210EDVET / Publicado: 01.11.2012

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111112.html>  
concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111112/111210.f>

**REDVET®** Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org> y con REDVET®-  
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>