

Rendimiento e indicadores de calidad en *Panicum maximum* vc. Likoni en el Valle del Cauto Cuba - Yield and quality indicators in *Panicum maximum* vc. Tanzania of Valle del Cauto

J. L. Ramírez^{*}, R. Herrera^{**}, I. Leonard^{*}, M. Cisneros^{***},
D. Verdecia^{*}, y Y. Álvarez^{*}

^{*}Universidad de Granma, Apartado Postal 21. Bayamo,
Granma. C.P 85 100

^{**}Instituto de Ciencia Animal

^{***}Instituto de Ciencias Agropecuarias "Jorge Dimitrov"

Contacto: jramirezrivera@udg.co.cu

Resumen

En un diseño de bloques al azar con 4 réplicas se evaluó la influencia de los indicadores climáticos en la producción y calidad del pasto *Panicum maximum* vc. Likoni, y se establecieron expresiones matemáticas que permiten relacionar estos indicadores con el rendimiento y la calidad. El experimento se desarrolló en un suelo fluvisol en seco y sin fertilización. Durante el período lluvioso se encontraron altas correlaciones con las lluvias y la temperatura media. Para el resto de los indicadores climáticos (temperatura mínima y máxima, humedad relativa y radiación solar) las correlaciones fueron bajas y variables, excepto para la EM y ENL con la humedad relativa. En el período poco lluvioso sólo el rendimiento, PC y DMS presentaron bajas correlaciones con la lluvia. Sin embargo, presentaron mayor correlación con las temperaturas. Al relacionar los factores climáticos, con el rendimiento e indicadores de calidad a través de ecuaciones lineales múltiples aparecen coeficientes de determinación que estuvieron por encima de 0,94, lo que permitió destacar la estrecha relación de los factores del clima con los indicadores de la calidad y el rendimiento. Se establecieron ecuaciones de regresión múltiple lineal que permiten relacionar el RMS, PB, L, PC, DMS, EM y ENL a partir de las lluvias, temperatura máxima, media y mínima y la humedad relativa.

Palabras claves: *Panicum*, ecuaciones lineales múltiples, correlaciones, factores climáticos,

Abstract

In a design of blocks at random the relationship of the climatic factors was evaluated with the yield and indicators of quality of the grass *Panicum maximum* vc. Likoni. No fertilization or irrigation was practiced. During the rainy season the rains and the half temperature showed discharges correlations with the yield and indicators of quality. For the rest of the climatic indicators (minimum and maximum temperature, relative humidity and solar radiation) the correlations were low and variable, except for the ME and NEL with the relative humidity. In the dry season the yield, cellular wall and DMD only presented drops correlations with the rain. However, the yield, cellular wall and DMD presented bigger correlation with the temperatures. When relating the climatic factors, with the yield and indicators of quality through multiple lineal equations appear coefficients of determination that were above 0,94, what allowed to highlight the narrow relationship of the factors of the climate with the indicators of the quality and the yield. Were established equations of lineal multiple regression that allow to relate the yield, CP, L, cellular wall, DMD, ME and NEL starting from the rains, maximum temperature, mediates and minimum and the relative humidity.

Key words: Panicum, multiple lineal equations, correlate, climatic factors

Introducción

En las últimas décadas, la agricultura y, específicamente, los sistemas de producción ganadera, se han convertido en uno de los factores que más se alteran por la influencia del medio ambiente (1). Los factores climáticos, entre ellos las precipitaciones, temperaturas, radiación solar y humedad relativa pueden influir negativamente en la productividad ganadera. Por lo que en la medida que se disponga de mejores conocimientos de cada uno de los factores ecológicos antes mencionados, en esa misma medida se pueden lograr cambios significativos y mejoras en la producción.

Las condiciones climáticas del Valle del Cauto, provincia de Granma, región oriental de Cuba se separan de los datos históricos del país y se caracterizan por su mayor temperatura, menores precipitaciones y frecuentes e intensos períodos de sequía.

En este sentido, las expresiones matemáticas pueden ser de gran utilidad para explicar y predecir el comportamiento de los pastos y forrajes ante de determinados factores. Estos estudios son limitados en esta área geográfica.

Por ello, el objetivo del presente trabajo es conocer la influencia de los indicadores climáticos en la producción y calidad del pasto *Panicum maximum* vc. Likoni, así como establecer expresiones matemáticas que permitan relacionar estos indicadores con el rendimiento y la calidad.

Material y Métodos

El experimento se realizó en la finca de producción de semilla La Almendra, perteneciente a la empresa pecuaria La Bayamesa. Se utilizó un área de la especie *Panicum maximum* vc. Likoni, la cual tenía 4 años de establecida. El estudio se llevó a cabo durante los períodos poco lluvioso, de enero a abril y lluvioso, de julio a octubre del 2005.

Durante la etapa experimental algunos de los indicadores climáticos se comportaron de la siguiente manera: el período poco lluvioso las precipitaciones fueron de 130 mm, la temperatura media de 24,3 °C, la mínima promedio 18,9 °C, la máxima 30,6 °C y la humedad relativa promedio de 71%. En el período lluvioso los valores fueron de 759 mm, 27,2°C, 23,5°C, 33°C y 81%, respectivamente.

Tratamientos y diseño experimental

Al tener en cuenta que el objetivo no era comparar las épocas, se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y los tratamientos consistieron en las seis edades de rebrote (30, 45, 60, 75, 90 y 105 días) en ambos períodos estacionales.

Procedimiento

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 m² 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 *Dichanthium* y 2% de especies pertenecientes a la familia Ciperáceas.

El rendimiento se determinó mediante el corte total de la parcela en cada tratamiento (2). Las muestras se secaron en una estufa de circulación de aire durante 72 horas a 65°C. Para esto se emplearon 200g de cada muestra con 4 réplicas por tratamiento. Se³

Rendimiento e indicadores de calidad en *Panicum maximum* vc. Likoni en el Valle del Cauto Cuba

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060611/061101.pdf>

determinaron, el % de materia seca y proteína bruta según las técnicas de la AOAC (3) y pared celular (PC) y lignina según Van Soest y Wine (4). Para esto se emplearon 200g de cada muestra con 4 réplicas por tratamiento. La digestibilidad *in situ* a 72 horas de incubación, se determinó según el método de la bolsa en rumen Orskov *et al.* (5), empleando dos bovinos de 400 kg de peso, canulados a nivel ruminal, pertenecientes a la raza Criolla Cubana, que fueron tratados contra ectoparásitos y endoparásitos antes de iniciar la prueba. Durante el período experimental, los animales estuvieron estabulados, previa adaptación de 2 semanas al alimento. Las muestras de cada edad de rebrote se incubaron por sextuplicado en cada animal.

La energía metabolizable y neta lactación se determinaron utilizando el método descrito por Menke y Steingass (6) con líquido ruminal *in vitro*, la lectura de las muestras se realizó a las 0, 4, 8, 12, 24, 48 y 72 horas, donde se midió la columna de gas que forma el líquido al interactuar con el alimento.

Las ecuaciones empleadas fueron:

$$\text{ENL} = 0.54 + 0,0959\text{Gb} + 0,0038\text{XP} + 0,0001733\text{XP}^2$$

$$\text{EM} = 2.2 + 0.1357 * \text{Gb} + 0.0057\text{XP} + 0.0002859 * \text{XP}^2$$

Donde XP es la proteína bruta, XP^2 proteína bruta al cuadrado y Gb la producción de gas.

Análisis estadístico y cálculos

Se realizó análisis de correlación lineal entre el rendimiento e indicadores de la calidad (variables dependientes) y los elementos del clima (variables independientes) en cada período estacional. Se informaron sólo los R^2 . A partir de estos resultados se establecieron ecuaciones lineales múltiples entre el RMS, PB, lignina, PC, DMS, EM y ENL y los factores del clima. Se informaron sólo los de mejor ajuste para cada variedad estudiada en cada período estacional. Para la selección de la ecuación de mejor ajuste se consideró alto valor de R^2 , alta significación, bajo error estándar de los términos y de estimación, menor cuadrado medio del error y aporte significativo de los términos de la ecuación (7).

Resultados

Durante el período lluvioso se encontraron altas correlaciones con las lluvias y la temperatura media. Para el resto de los indicadores climáticos (temperatura mínima y máxima, humedad relativa y⁴

Rendimiento e indicadores de calidad en *Panicum maximum* vc. Likoni en el Valle del Cauto Cuba

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060611/061101.pdf>

radiación solar) las correlaciones fueron bajas y variables, excepto para la EM y ENL con la humedad relativa (Cuadro 1).

Cuadro 1. Matriz de correlación del pasto Likoni (*Panicum maximum*) en el período lluvioso.

VARIABLES	Lluvias totales	Temperatura media	Temp. Mín.	Temp. Máx.	Humedad relativa	Radiación Solar
R MS	0,94***	-0,70***	-0,74***	-0,04	0,50*	-0,16
PB	-0,96***	0,84**	0,60***	0,23	-0,67***	0,31
L	0,95***	-0,88***	0,52**	-0,31	0,73***	-0,38
PC	0,96***	-0,86***	-0,55**	-0,28	0,71***	-0,35
DMS	-0,97***	0,74***	0,68***	0,15	-0,58**	0,22
EM	-0,82***	0,97***	0,11	0,70***	-0,95***	0,70***
ENL	-0,86***	0,99***	0,26	0,66***	-0,91***	0,74***

En el período poco lluvioso sólo el rendimiento, PC (pared celular) y DMS presentaron bajas correlaciones con la lluvia. Sin embargo, presentaron mayor correlación con las temperaturas. De nuevo la radiación solar no presentó marcado efecto (Cuadro 2).

Cuadro 2. Matriz de correlación del pasto Likoni (*Panicum maximum*) en el período poco lluvioso.

VARIABLES	Lluvias totales	Temperatura media	Temp. Mín.	Temp. Máx.	Humedad relativa	Radiación Solar
R MS	0,69***	0,91***	0,83***	0,95***	-0,87***	-0,48*
PB	-0,85***	-0,97***	-0,94***	-0,97***	0,69***	0,39*
L	0,81***	0,98***	0,96***	0,98***	-0,65***	-0,19
PC	0,75***	0,95***	0,93***	0,96***	-0,64***	-0,05
DMS	-0,73***	-0,94***	-0,87***	-0,96***	0,82***	0,45*
EM	-0,98***	-0,91**	-0,95***	-0,88***	0,38	0,16
ENL	-0,97***	-0,88**	-0,91***	-0,84***	0,40	0,25

En ambos períodos estacionales aparecen coeficientes de determinación que estuvieron por encima de 0,94, lo que permitió destacar la estrecha relación de los factores del clima con los indicadores de la calidad y el rendimiento (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Ecuaciones lineales múltiples *Panicum maximum* vc. Likoni en el período lluvioso.

Variables	a	b	EE±	c	EE±	d	EE±	R ²	CMe	EE±
RMS	421,7	0,14	0,008	-0,02	0,002	-19,03	0,52	0,99***	0,02	0,12
PB	33,68	-0,006	0,005	0,005	0,001	-0,70	0,12	0,99***	0,01	0,10
Lignina	-135,2	0,013	0,01	1,47	0,30	1,08	0,22	0,98***	0,02	0,07
PC	45,02	0,09	0,005	-0,008	0,001	0,58	0,12	0,99***	0,01	0,10
DMS	650,2	-0,17	0,02	-0,001	0,004	-21,67	1,56	0,99***	0,11	0,34
EM	-63,01	-0,08	0,004	0,01	0,001	2,17	0,09	0,99***	0,005	0,007
ENL	-23,38	-0,02	0,005	0,003	0,001	0,85	0,11	0,93***	0,01	0,10

a=factor independiente, b=edad, c=lluvias, para la Lignina c=temperatura máxima y d=temperatura máxima para Lignina, PB, EM y EN, temperatura media para PC y DMS, y temperatura mínima para RMS

En todos los casos, las mejores expresiones (R² mayor de 0,95, p<0,001 y bajos cuadrados medios del error y error estándar de estimación) se obtuvieron cuando se emplearon las lluvias y las temperaturas, lo cual reafirma los resultados presentados con anterioridad.

Cuadro 4. Ecuaciones lineales múltiples *Panicum maximum* vc. Likoni en el período poco lluvioso.

Variables	a	b	EE±	c	EE±	d	EE±	R ²	CMe	EE±
RMS	12,19	0,01	0,001	0,11	0,004	-0,21	0,01	0,99***	0,002	0,47
PB	22,10	-0,05	0,006	-0,001	0,001	-0,37	0,16	0,99***	0,02	0,15
Lignina	-33,57	0,06	0,009	-0,02	0,006	0,50	0,13	0,95***	0,02	0,13
PC	32,81	0,03	0,01	-0,02	0,01	1,89	0,43	0,92***	0,40	0,63
DMS	146,94	-0,12	0,01	2,60	0,24	-4,03	0,40	0,99***	0,12	0,35
EM	28,55	0,01	0,003	-0,03	0,001	-0,62	0,09	0,99***	0,008	0,09
ENL	4,03	-0,01	0,001	-0,01	0,001	0,16	0,03	0,99***	0,003	0,05

a=factor independiente, b= edad, c=lluvias, para RMS c=temperatura máxima, para la DMS c=temperatura mínima y d=temperatura máxima para PB, PC, EM y DMS, c=temperatura mínima para ENL y c= HR para RMS y la lignina

Discusión

En la década del 60 del pasado siglo se desarrollaron varios trabajos, con elevado rigor científico y recursos técnicos para determinar el efecto de los factores climáticos en el crecimiento, desarrollo y composición química de varios pastos (8, 9).

Estos estudios fueron de vital importancia para establecer elementos básicos fundamentales de la fisiología, crecimiento y desarrollo de los pastos. Sin embargo, su alcance práctico era limitado debido a las relaciones e interacciones que se establecen entre esos elementos y el pasto cuando se desarrolla en las condiciones de campo.

Trabajos más recientes (10) reflejaron resultados similares a los mostrados en esta investigación, donde aparecen altas correlaciones positivas de las especies *Panicum maximum* y *Brachiaria* híbrido con la temperatura media, en los indicadores rendimiento y la PC. Este mismo autor indicó altas correlaciones negativas de la temperatura con la proteína bruta, lo que reveló disminución de la calidad del pasto al aumentar la temperatura.

Por otra parte, las relaciones establecidas entre el rendimiento y las lluvias caídas indicaron la estrecha correspondencia entre estas variables aún el período poco lluvioso. Sin embargo, los R^2 fueron inferiores en el período poco lluvioso lo que pudiera indicar que disminuye la eficiencia de utilización del agua para la producción de biomasa.

En este sentido, se ha informado similar comportamiento en el Napier y el King grass (11), ya que en la medida que se incrementó la norma de riego, la relación entre el rendimiento y esta última disminuyó.

Al establecer las relaciones entre los factores climáticos (precipitaciones, temperatura, humedad relativa y radiación solar) se obtuvieron altas correlaciones negativas de la PB, DMS, EM y ENL con las lluvias totales en ambos períodos (Cuadros 1 y 2). Esto pudiera estar determinado por el incremento del rendimiento al acumularse mayor cantidad de agua y aumentar la fracción tallo, la que posee menor cantidad de proteína bruta y mayor de los componentes de la pared celular, disminuyendo así la digestibilidad y la energía. Todo lo contrario ocurrió para los componentes de la pared celular, muy en especial para la PC y L.

El efecto de las precipitaciones en el comportamiento de estos procesos morfológicos, bioquímicos y fisiológicos relacionados con el crecimiento y la calidad de los pastos, depende de múltiples factores, que están estrechamente asociados al ambiente, al suelo y su

Rendimiento e indicadores de calidad en *Panicum maximum* vs. Likoni en el Valle del Cauto Cuba

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060611/061101.pdf>

humedad y la especie de planta. En este sentido, se señaló en la literatura que el crecimiento de los pastos es una función de la humedad disponible en el suelo y que ésta, a su vez, varía en dependencia de la cantidad y distribución de las precipitaciones, de la estructura y pendiente de los suelos, de los valores de radiación y temperatura, así como del área cubierta por la vegetación (12).

Herrera (13) relacionó un grupo de elementos climáticos con los rendimientos del *C. dactylon* Coast cross-1, *Panicum maximum* y *Cenchrus ciliaris* en el período de diciembre a marzo y encontró que las temperaturas máximas y mínimas fueron los únicos elementos que se relacionaron significativamente con el rendimiento de estas especies. Además, señaló que el número de días con temperaturas mínimas por debajo de 20 °C también se relacionó de forma significativa con este indicador. Por lo que, las mayores fluctuaciones de las temperaturas en el período poco lluvioso pueden explicar las altas correlaciones tanto positivas como negativas con los diferentes indicadores evaluados en este trabajo.

En trabajos recientes (14) se planteó que las mejores correlaciones se obtuvieron cuando se relacionaron el número de días con lluvias, temperaturas máximas mayores de 27 °C y temperaturas mínimas de 15 °C. Es probable que esto sea la causa de los resultados aquí encontrados ya que el número de días con temperaturas mínimas menores de 15 °C y máximas superiores a 27 °C se incrementaron en el Valle del Cauto. Sin embargo, esta hipótesis debe ser avalada en estudios futuros.

Por otra parte, el comportamiento de la radiación solar no es fácil de explicar, ya que este es un elemento fundamental para la realización de la fotosíntesis y la síntesis de los metabolitos necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Sin embargo, los estudios realizados en *Pennisetum purpureum* (2) determinaron los espectros de absorción de la luz y se encontraron las mayores absorciones durante el período poco lluvioso. Además, estos espectros tenían el mismo comportamiento durante los meses del año, pero sus valores absolutos eran diferentes. Por ello, se atribuyó que existía un problema de eficiencia de utilización y transformación de la energía lumínica en química y que a su vez, esto se expresara en el rendimiento del pasto. Por lo que, es probable que algo similar ocurriera en esta investigación.

Todo lo explicado anteriormente sobre la influencia de los factores del clima en la productividad y calidad de los pastos se reflejó en las ecuaciones de regresión múltiples establecidas a continuación, para relacionar el rendimiento y los diferentes indicadores de calidad, con⁸

Rendimiento e indicadores de calidad en *Panicum maximum* vc. Likoni en el Valle del Cauto Cuba

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060611/061101.pdf>

dichos factores climáticos. Esto indicó que los procesos que ocurren en la planta se afectaron cuando existen cambios bruscos en las condiciones climáticas, debido a la estrecha relación de estos factores con el metabolismo de la planta.

En la literatura disponible consultada no se encontraron trabajos similares, lo cual pone al descubierto un campo de investigación virgen y muy en especial en el Valle del Cauto que se caracteriza por sus altas temperaturas, bajas precipitaciones e intensos períodos de sequía. No obstante, sería de gran utilidad verificar estas expresiones, al menos, en la misma región edafoclimática, con la misma u otras variedades así como con diferentes manejos.

Además, estas expresiones pudieran ser utilizadas para comenzar y desarrollar una nueva filosofía en el estudio, selección y manejo de los pastos, donde los elementos climáticos desempeñan un importante papel.

Lo anterior reafirmó, que el clima es el conjunto de las condiciones meteorológicas que suelen darse en una región y es el resultado de la combinación de varias propiedades físicas de la atmósfera (temperatura, humedad, vientos, radiaciones, estado eléctrico), que suelen concurrir en la misma y perduran durante un período de tiempo (11).

Conclusión

Se establecieron ecuaciones de regresión múltiple lineal que permiten relacionar el RMS, PB, L, PC, DMS, EM y ENL a partir de las lluvias, temperatura máxima, media y mínima, exceptuando para el RMS y la lignina que empleó la humedad relativa en el período poco lluvioso.

Referencias

1. Rodríguez, Idalmis. Crespo, G., Torres, Verena, Calero, B., Morales Amalia, Otero, Lázara, Hernández L., Fraga, S. y Santillán Bertha. 2008. Evaluación integral del complejo suelo-planta en una unidad lechera, con silvopastoreo, en la provincia La Habana, Cuba. Revista Cubana de Cienc. Agríc. 42(4): 403- 408.
2. Tejos, R. y Rodríguez, C.M. 2004. Adaptación de nuevas gramíneas al llano bajo Venezolano. Revista de la Facultad de Agronomía (Luz). 15 (2): 278-282.
3. Herrera, R. S. 2006a. Fotosíntesis En: Pastos tropicales, contribución a la Fisiología, establecimiento, rendimiento de biomasa, producción de biomasa, producción de semillas y reciclaje de nutrientes, Ed. EDICA. ICA, La Habana. p. 37.

4. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis.. 16th Ed. Ass. Off. Anal. Chem. Washington, D.C.
5. Van Soest, P.J. & Wine, R.H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous diets. IV. Determination of plant cell-wall constituents, J. Ass. Off. Anal. Chem. 50-55.
6. Orskov, E. R., Hovell, F. I. de B. & Mould F. 1980. The use of the nylon bag technique in the evaluation of feedstuffs. Tropical Animal Production 5: Disponible en: http://www.fao.org/ag/AGA/agap/frg/TAP53/53_1.pdf. [Consultado 16 de abril 2007].
7. Guerra, Caridad., Cabrera, A. y Fernández, Lucia. 2003. Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica. Rev. Cubana Cienc. agríc. 37 (1): 3-10.
8. Delnum, B. 1966. Climate, nitrogen and Grass. Research inti the influence of light intensity, temperature, water supply and nitrogen on the production and chemical composition of Grass. Medod. Landboowhogeschool, Wagenigen, Holanda. p. 39.
9. Delnum, B. 1976. Photosynthesis and sink size: na explanation for the low production of Grass ewards in automn. Neth. J. agric. Sci. 24: 238.
10. Estrada, J.E. 2004. Efecto de la temperatura sobre la producción y el contenido de proteína cruda y fibra neutro detergente de *Panicum maximum* vc. Tobiatá, *Digitaria eriantha* vc. Transvala y *Brachiaria* híbrido vc. Mulato. Proyecto especial de Ingeniero Agrónomo en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 11 p. Disponible en: <http://www.zamo-oti-02.zamorano.edu/tesisinfolib/2004/T1972.pdf> [Consultado 15 de febrero de 2010].
11. Herrera, R.S. y Ramos, N. 2006. Factores que influyen en la producción de biomasa y calidad. En *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. EDICA, La Habana. p. 79.
12. Del Pozo, P. P. 2004. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Anuario Nuevo, Universidad Agraria de La Habana, Cuba http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/30-bases_ecofisiologicas_manejo_pasturas_tropicales.htm. [Consultado 23 de septiembre de 2009].
13. Herrera, J.P. 1984. Régimen de riego de algunas gramíneas forrajeras en la región occidental de Cuba. Tesis, ICA, ISCAH. La Habana (Tesis de Doctorado en Ciencias) 246 p.
14. Herrera, R.S. 2008. Principios básicos de Fisiología Vegetal. En: Pastos tropicales, principios generales agrotecnia y producción de materia seca. Ed. Instituto de Ciencia Animal y FIRA, México. p 1.

REDVET: 2011, Vol. 12 N° 6

Recibido 20.01.2011 / Revisado 20.02.2011 / Aceptado 25.03.2011 / Referencia: 061101_REDVET
Publicado: 01.06.2011

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n60611.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060611/061101.pdf>

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>