Pastos y Forrajes, Vol. 13, No. 1, 1990

RELACIONES ENTRE EL CLIMA Y EL RENDIMIENTO DE TRES PASTOS RASTREROS BAJO LA INFLUENCIA DE LA FERTILIZACION NITROGENADA

F. Blanco y R. Roche

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Matanzas, Cuba

A fin de valorar el papel de la especie y el nivel de fertilización nitrogenada en las relaciones el clima-rendimiento, se condujo un experimento con tres pastos rastreros: *Digitaria decumbens* (pangola) cv. PA-32, *Cynodon dactylon* bermuda 68 y *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella) cv. Tocumen. Se aplicaron tres niveles de fertilización: 0, 200 y 400 kg de N/ha/año. Los tratamientos fueron organizados en un diseño en bloques al azar con arreglo factorial y cuatro réplicas. Se realizaren análisis de correlación y regresión entre varios elementos del clima y el rendimiento por corte. Las mayores correlaciones con los elementos independientes se encontraron para la temperatura, el cv. Bermuda 68 y el mayor nivel de fertilización. Las ecuaciones de regresión lineal múltiples mostraron el mayor valor (P<0,01) del coeficiente de correlación para el cv. Tocumen (r= 0,80) y para el mayor nivel de fertilización nitrogenada (r= 0,83). Se sugiere utilizar el análisis de regresión entre el clima y el rendimiento a fin de valorar si la fertilidad u otros factores ambientales limitan el rendimiento potencial del área.

Palabras claves: *Pastos rastreros, correlación, clima, rendimiento*

A field trial was conducted using three creeping habit grasses (pangola grass, *Digitaria decumbens*; bermuda 68, *Cynodon dactylon* and star grass cv. Tocumen, *Cynodon nlemfuensis*) in order to assess the behaviour of the species and N fertilization upon climate-yield relations. Three fertilization levels (0, 200 and 400 kg of N/ha/year) were applied. It was used a randomized block design with factorial arrangement and four replications. Correlation and regression analysis were made among some climatical elements and yield per cut. The highest correlations with individual elements were found for temperature, bermuda grass and for the greater fertilization level. Multiple lineal regression equations showed the highest value (P<0,01) of correlation coefficient for cv. Tocumen (r= 0,80) and for the highest level of N fertilization (r= 0,83). It is suggested to use the regression analysis among climate and yield in order to assess if the potential yield of the area is limited by the fertility or other environmental factors.

Additional index words: *Creeping habit grasses, climate-yield correlation*

La importancia del clima para la producción forrajera ha sido bien definida por Alberda (1977), quien afirmó que la máxima producción de biomasa posible es gobernada por los elementos climáticos, en particular la luz y la temperatura, en relación con la capacidad fotosintética de la planta. Las condiciones edáficas y otros factores naturales constituyen condicionantes que limitan o permiten expresar en mayor o menor grado la productividad potencial de los pastos. En Cuba Crespo (1981) realizó un análisis de las relaciones entre el clima y los rendimientos de la pangola (*Digitaria decumbens* Stent.) y la guinea común *(Panicum maximum* Jacq.), quien halla ecuaciones para el año, los períodos climáticos y las especies, lo que puso en evidencia la complejidad de estas relaciones.

El presente trabajo se llevó a cabo con el fin de contribuir a la comprensión de las relaciones bioclimáticas de los pastos y tratar de discernir el papel de la especie y la fertilización nitrogenada en las mismas.

MATERIALES Y METODOS

Localidad, suelo y clima. El experimento se realizó en la EEPF "Indio Hatuey", sobre un suelo Ferralítico Rojo hidratado (Academia de Ciencias de Cuba, 1979). Las condiciones climáticas del período experimental se describen en la tabla 1.

Tratamiento y diseño. Se utilizaron tres especies de pastos estoloníferos:

Tabla 1. Comportamiento del clima durante el período experimental y promedio histórico.

	Período lluvioso (1983)	Período seco (1983-84)	Período lluvioso (1984)	Período seco (1984-85)	Período lluvioso (1985)	Período seco (1985-86)	Promedio Período experimental	Promedio histórico*
Radiación (Mj/m²/día)	17,7	14,1	15,0	15,8	18,5	14,7	16,0	17,0
Temperatura (°C)								
Media	28,6	22,1	25,1	21,1	25,6	21,2	23,9	24,1
Mínima	20,8	16,6	20,0	14,5	20,9	15,6	18,0	18,3
Máxima	36,4	27,7	30,2	27,7	30,3	26,8	29,8	30,5
Precipitación (mm)	734,6	298,1	1 284,2	120,4	1 125,7	167,0	1 243,0	1 374,0
Evaporación (mm)	1 038,0	832,0	942,0	954,0	942,0	898,8	1 868,0	1 812,0

* El promedio histórico abarca 14 años, excepto para la radiación solar que fue de 5 años

Digitaria decumbens Stent. cv. PA-32, *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Bermuda 68 y *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella) cv. Tocumen. Se aplicaron tres niveles de fertilización nitrogenada: 0, 200 y 400 kg/ha/año y se utilizó la urea como portador.

Los tratamientos fueron organizados en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial y cuatro réplicas; cada parcela tenía 4 x 5 m, con un área cosechable de 15,75 m^2.

Procedimiento. La siembra se realizó en agosto de 1982, utilizando 2,5 t de semilla vegetativa por hectárea, en surcos espaciados a 60 cm. El nitrógeno se aplica fraccionado por corte, el P_2O_5 y el K_2O se aplicaron al comienzo de cada período lluvioso a razón de 100 y 150 kg/ha/año respectivamente.

Se cortó a una altura de 15 cm; el intervalo entre cortes fue de 6 semanas para el período lluvioso y 8 para el poco lluvioso. No se utilizó riego durante el proceso evaluativo.

El experimento tuvo una duración de 3 años y en cada corte se determinaron el rendimiento de forraje verde y el por ciento de materia seca.

Se realizaron análisis de correlación y regresión entre el rendimiento por corte y varios elementos del clima, en función del cultivar y el nivel de nitrógeno.

RESULTADOS

Las relaciones entre las variables climáticas y el rendimiento por corte se muestran en la tabla 2, a través de los valores que toma el coeficiente de correlación entre el rendimiento y la variable considerada por especie y por cada nivel de nitrógeno.

Tabla 2. Correlaciones entre los elementos del clima y los rendimientos (valores de r).

Variables	Cultivares			Niveles de N (kg/ha/año)		
	PA-32	B-68	Tocumen	0	200	400
Temperatura media (°C)	0,69**	0,74*	0,72**	0,70*	0,68*	0,76**
Precipitación (mm)	0,55*	0,56*	0,62*	0,50*	0,60*	0,60**
Radiación (Mj/m^2)	-0,28	-0,19	-0,25	-0,05	-0,34	-0,03

* P<0,05 ** P<0,001

Las mayores correlaciones se lograron, en primer lugar, con las temperaturas medias, y en segundo lugar con las precipitaciones; las correlaciones con la radiación solar resultaron bajas y negativas, hasta la pérdida práctica-mente de las mismas.

Los valores del coeficiente de correlación variaron con la especie; el valor más alto se logró con la bermuda 68 para la temperatura (r= 0,74) y con el Tocumen para la precipitación (r= 0,62). Los valores de r variaron también con el nivel de fertilización nitrogenada; el valor

mayor se obtuvo para el más alto nivel de nitrógeno en relación con la temperatura (r= 0,76) y para los niveles de 200 y 400 kg en relación con la lluvia (r= 0,60).

La tabla 3 muestra las ecuaciones de regresión lineal de mayor ajuste entre el rendimiento y los factores climáticos tomados de conjunto, según la especie. El nivel de significación fue constante para las tres ecuaciones (P<0,01); el valor del coeficiente de correlación aumentó al considerar los tres elementos y alcanzó su valor más alto para el pasto estrella (r= 0,80).

La tabla 4 muestra las ecuaciones de regresión lineal de mayor ajuste entre el rendimiento y los factores del clima según el nivel de nitrógeno aplicado. El aumento del nivel de nitrógeno incrementó el valor del coeficiente de correlación y su nivel de significación y el más alto valor se obtuvo con 400 kg de N/ha/año (r= 0,83 para P< 0,001).

Tabla 3. Ecuaciones de mayor ajuste entre el rendimiento (kg de MS/ha/corte) y los factores climáticos según la especie.

Ecuación	r^2
$Y = -4\,879{,}2 + 327{,}35\ (\pm 108{,}48)\ X_1 + 1{,}37\ (\pm 1{,}84)\ X_2 - 1{,}60\ (\pm 1{,}08)\ X_3$ Y = Rendimiento de pangola	0,59**
$Y = -4\,767{,}3 + 289{,}92\ (\pm 87{,}16)\ X_1 + 1{,}15\ (\pm 1{,}48)\ X_2 - 0{,}90\ (\pm 0{,}87)\ X_3$ Y = Rendimiento de Bermuda 68	0,61**
$Y = -3\,112{,}3 + 205{,}83\ (\pm 67{,}42)\ X_1 + 1{,}45\ (\pm 1{,}14)\ X_2 - 0{,}83\ (\pm 0{,}67)\ X_3$ Y = Rendimiento de Tocumen	0,64**

X_1 Temperatura media (°C) * P<0,01
X_2 Precipitación (mm)
X_3 Suma de radiación (Mj/m^2)

Tabla 4. Ecuaciones de mayor ajuste entre el rendimiento (kg de MS/ha/corte) y los factores climáticos según el nivel de nitrógeno.

Ecuación	r^2
$Y = -4\,228{,}4 + 224{,}43\ (\pm 81{,}23)\ X_1 + 0{,}99\ (\pm 1{,}38)\ X_2 - 0{,}14\ (\pm 0{,}81)\ X_3$ Y = Rendimiento nivel cero de N	0,52*
$Y = -3\,783{,}48 + 283{,}4\ (\pm 95{,}2)\ X_1 + 1{,}67\ (\pm 1{,}61)\ X_2 - 1{,}75\ (\pm 0{,}95)\ X_3$ Y = Rendimiento con 200 kg de N/ha	0,63**
$Y = -4\,743{,}7 + 315{,}2\ (\pm 82{,}4)\ X_1 + 1{,}31\ (\pm 1{,}39)\ X_2 - 1{,}44\ (\pm 0{,}827)\ X_3$ Y = Rendimiento con 400 kg de N/ha	0,70***

X_1 Temperatura media (°C) * P<0,01
X_2 Precipitación (mm) ** P<0,01
X_3 Suma de radiación (Mj/m^2) *** P<0,001

DISCUSION

El hecho de que los mayores valoras del coeficiente de correlación entre los elementos climáticos considerados y el rendimiento se hayan obtenido con la temperatura, confirma el papel que la misma desempeña en el crecimiento vegetal, el cual ha sido enfatizado por Alberda (1977) y de Wit, Van Laar y Keulen (1980).

En el caso particular de los pastos tropicales es conocida la elevada temperatura óptima (32-35°C) y la sensibilidad a las bajas temperaturas, que sitúan su nivel crítico alrededor de 12-15°C (Cooper y Tainton, 1968; Whiteman, 1975 y McWilliam, 1978). El resultado hallado se ajusta a las conclusiones sobre el papel de este factor en los pastos tropicales.

Las precipitaciones ocuparon el segundo lugar en cuanto a grado de correlación con el rendimiento, probablemente por el hecho de que este factor actuó en gran medida como limitante del crecimiento durante el período experimental en los dos últimos períodos poco lluviosos, en los que dejaron de caer aproximadamente 131 mm de precipitación por época por año con relación al promedio histórico. Hernández (1984) informó haber encontrado una alta correlación entre rendimiento y precipitaciones y Crespo (1981) halló mayor o igual correlación con las precipitaciones que con las temperaturas cuando las primeras fueron abundantes.

Los bajos valores de las correlaciones entre la radiación solar y los rendimientos, y en ocasiones una evidente falta de correlación así como su signo negativo, pueden explicarse por la baja eficiencia de utilización de la radiación global, asociada a la estrecha relación de la fotosíntesis con dos bandas del espectro, lo que determina que el resto de las bandas desempeñen fundamentalmente un papel energético según ha señalado Devlin (1975) en su revisión sobre esta temática. En este último sentido, Jones (1983) ha informado que si la transpiración no puede asimilar las altas cantidades de energía que provienen de la radiación, se crea una situación de estrés que afecta la fotosíntesis y el crecimiento de los pastos.

Las diferencias que se presentaron en los valores del coeficiente de correlación en función de la especie de pasto, muestran la especificidad de estas plantas con sus relaciones bioclimáticas; un resultado similar fue informado por Crespo (1981) al comparar la respuesta de la pangola y la guinea común ante los elementos del clima.

El aumento de los valores de r con el incremento de la fertilización coinciden con los resultados hallados por Isfan (1979), aunque este autor lo analizó solamente en función de la lluvia.

El comportamiento del coeficiente de correlación sugiere que el grado de correlación entre el rendimiento de los pastos y el clima, depende en gran medida de que la disponibilidad de nitrógeno del suelo no constituya un

factor limitante del crecimiento. En tal sentido, el grado de correlación entre el rendimiento y el clima pudiera constituir un indicador de la medida en que los rendimientos alcanzados se acercan o no al potencial de producción determinado por este en un período dado.

Se sugiere, siempre que el diseño y las características del experimento lo permitan, analizar las relaciones bioclimáticas, a fin de poder valorar en que medida la fertilidad del suelo u otros factores ambientales limitan el rendimiento potencial del área.

REFERENCIAS

ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana

ALBERDA, T.H. 1977. Possibilities of dry matter production from forage plants under different climatic conditions. Proc. of XIII Int. Grassld. Congr., Leipzig. Vol. 1. p. 61

COOPER, J.P. & TAINTON, N.M. 1968. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. ***Herb. Abstr***. 38:167

CRESPO, G. 1981. Respuesta de pangola (*Digitaria decumbens* Stent.) y guinea (*Panicum maximum* Jacq.) al fertilizante nitrogenado a través del año. Tesis en opción al grado de C.Dr. en Cienc. Agric. ICA-ISCAH. La Habana

DEVLIN, R.M. 1975. Factores que influyen sobre la intensidad de la fotosíntesis. En: Fisiología vegetal. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. p. 225

HERNANDEZ., R. 1984. Evaluación agronómica de gramíneas en regiones ganaderas bajo diferentes ambientes. Tesis en opción al grado de C.Dr. en Cienc. Agric. ISCAH. La Habana. 191 p.

ISFAN, D. 1979. ***Agror. J***. 71:1045

JONES, R.J. 1983. Efecto del clima, el suelo y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical. En: Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. (Eds. O. Paladines y C. Lascano). CIAT, Colombia. p. 11

McWILLIAN, J.R. 1978. Response of pasture plants to temperature. In: Plant relations in pasture (Ed. J. R. Wilson). CSIRO. Australia, p. 17

WHITEMAN, P.C. 1975. Pasture plant physiology. In: Management of improved tropical pastures. Aust. Inst. Agric. Sci. Univ. Qld. Australia

WIT, C.T. DE; LAAR, H.H. & KEULEN, H. VAN. 1980. Physiological potential of crop production. In: Plant breeding perspectives. Ed. V. van der Have. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen. p. 47

Recibido el 6 de marzo de 1989