



Coeficientes de cultivo (Kc) del King grass para diferentes épocas del año y edad de la planta

Crops coefficients (Kc) in King Grass during different season in the years and different growth stages

Julián Herrera Puebla¹, Felicita González Robaina² y Elisa Zamora Herrera²

RESUMEN. El King grass (*Pennisetum sp*) es una gramínea perenne muy utilizada en Cuba como forraje, con un ciclo de corte de alrededor de 60 días, esto hace que a lo largo del año tenga diferentes periodos de crecimiento y por tanto necesidades hídricas diferenciadas de acuerdo con la edad dentro del corte y con la época del año, por ello un uso eficiente del agua de riego requiere conocer las variaciones de requerimientos de agua asociadas a estos factores. Con vistas a facilitar estos cálculos, en el presente trabajo se calcularon los coeficientes de cultivo (Kc) del King grass por decenas dentro del corte para un ciclo de 60 días repetido en diferentes épocas del año, para ello se tuvieron en cuentas las curvas de crecimiento diario en cada corte y los consumos diarios de agua, los cuales fueron relacionados con la evaporación del tanque clase A modificada por un factor de 0,75 para convertirla en evapotranspiración de referencia; los datos fueron tomados de experimentos realizados en la zona de Niña Bonita, al noroeste de la provincia La Habana donde se utilizaron diferentes niveles de riego. Los consumos de agua diarios variaron entre 1,5-2 mm/día en la primera decena después del corte en dependencia de la época del año y entre 3,5 y 5 mm/día en la última decena antes del corte, los coeficientes de cultivo variaron entre 0,17-0,28 y 0,48-1,27 en la primera y última decena respectivamente, correspondiendo los menores valores a los cortes realizados de diciembre a marzo y los mayores a los de agosto a noviembre.

Palabras clave: necesidades de agua, riego, crecimiento diario.

ABSTRACT. King Grass (*Pennisetum sp*) is a perennial grass widely used in Cuba as fodder, with a cutting cycle of about 60 days it means that throughout the year, the grass has different growth cycles and also different water requirements' according with the age and the season of the year; in this conditions, an efficient use of the irrigation water need the knowledge of the water requirements variation's associated to this factors. In order to facilitate the water management, in the present work it were calculated the crops coefficients (Kc) by 10 days periods into every cutting for every 60 days cutting cycles throughout the year, taking into account the pasture growth curve and the daily water consumptions, which were related with Class A pan evaporation values modified by 0,75 factor to convert it to reference evapotranspiration. The data were taking off from some experiments developed in the area of Niña Bonita at the Norwest of Havana province where they used different irrigation treatments. Daily water's consumptions varied between 1,5-2 mm/day in the first ten growth period after the grass cutting in dependence of the season of the year and between 3,5-5 mm/day at 50 day age., crops coefficients varied between 0,17-0,28 and 0,48-1,27 in the first and last ten days respectively, with the lower values in those cuts taking place during December-March and the highest values in August to November.

Keywords: Water requirements, irrigation, daily growth.

INTRODUCCIÓN

En los cultivos perennes utilizados como forrajes para la alimentación directa del ganado o la producción de heno o ensilaje, como el King grass (*Pennisetum sp*), se realizan cortes varias veces en el año y cada corte significa el fin de un período de crecimiento y el comienzo del otro, y por ello, tal

y como señalan Allens *et al.* (2006) para el caso de la alfalfa, hay una curva de consumo asociada con cada corte y también una curva de coeficientes de cultivo, que además varían acorde con otros factores como las temperaturas, insolación, humedad del suelo etc., en dependencia de la respuesta del cultivo a los mismos.

Recibido 20/01/09, aprobado 29/01/10, trabajo 09/10, investigación.

¹ Dr.C., Inv. Tit., Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD), Apdo. Postal 6090, La Habana, Cuba, E-✉: julian@iird.cu.

² MSc., Inv., IIRD, La Habana, Cuba.

Anteriormente y para esta misma situación Doroombos y Pruitt (1977) sugirieron el uso de un coeficiente medio calculado a partir de los de los valores máximos y mínimos a lo largo del año, procedimiento también seguido por Herrera (1984) para el caso del King grass en las condiciones de la región occidental de Cuba al calcular los coeficientes bioclimáticos del cultivo.

Estos coeficientes distribuidos por meses, para el caso del King grass (*Pennisetum sp.*), funcionaron bien como factor de modificación de la evaporación en el cálculo del balance de humedad del suelo empleado como elemento de predicción del momento de riego, muy utilizado en Cuba en la década de los 80-90 (Rey *et al.*, 1982; Roque *et al.*, 1989); lo que indica que cuando se tienen grandes áreas bajo riego, tal vez es poco importante considerar la edad del cultivo, ya que el corte no se realiza a la vez en toda el área y pueden coincidir bajo un mismo sistema de riego en explotación, áreas con diferentes edades al momento del riego.

El desarrollo del Programa para la Ceba Intensiva de Toros, refrendado por el acuerdo 759 de la Comisión Política Económica del Consejo de Estado de la República de Cuba, incluye entre sus fundamentos el desarrollo de un área forrajera, fundamentalmente King grass, que puede fluctuar entre 1-4 ha en dependencia de la cantidad de ganado a alimentar (Cuba, 2008).

En estas condiciones de pequeñas áreas de riego, el corte se hace por fracciones de área según el requerimiento diario de forraje, lo que implica que al igual que en las áreas grandes antes señaladas haya dentro del sistema de riego diferentes edades del cultivo; pero en este caso, la pequeña escala del sistema de riego y el manejo directo del mismo por el propio agricultor, le permite organizar este de acuerdo con las necesidades de cada parte del campo.

El contar con coeficientes de cultivo diferenciados según la edad del mismo y la época del año, factores ambos determinantes del consumo de agua por el King grass (Herrera 1984), le permitiría hacer un uso más eficiente del agua y la energía empleada en el riego. Por otra parte, la obtención de coeficientes de cultivo de este tipo hace más fácil su utilización en programas de cómputo de la demanda de riego del cultivo, como CROWAT (Smith *et al.*, 2006).

El King grass se ha destacado como planta forrajera en Cuba (Herrera, 2005) y Latinoamérica (Espinosa *et al.*, 2001) por su valor energético y alto potencial productivo tanto en riego como secano. El desarrollo del riego en esta gramínea en Cuba para su uso en la ceba de toros de acuerdo al programa previsto en el país para la intensificación de esta actividad entre los pequeños agricultores, indica que será necesario contar con elementos adecuados para el manejo eficiente del riego con vistas al ahorro de agua y energía.

Tomando como base los resultados obtenidos por Herrera (1984), en este trabajo se calculan los coeficientes de cultivo para el King grass teniendo en cuenta la época del año en que se produce el corte y las etapas de crecimiento del cultivo, al mismo tiempo que se ofrecen las bases teóricas que justifican este comportamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información para este trabajo fue tomada de los resultados reportados por Herrera (1984) y Herrera *et al.* (1985). Los experimentos que dieron lugar a estos resultados se desarrollaron en los años 1981/83, sobre suelo ferralítico rojo de la entonces Estación Central de Pastos "Niña Bonita" localizada en el municipio de Bauta (23°03'N, 82°05'W a 18 nmm).

Las parcelas de King grass fueron sometidas a diferentes tratamientos de riego, pero para este trabajo se tomaron solo aquellas que se regaron al 90% de la capacidad de campo. Los cortes se realizaron cada 60 días.

La humedad del suelo fue determinada gravimétricamente mediante muestras tomadas cada 4 a 10 días (según la época del año) con barrenas a intervalos de 10 cm de profundidad desde la superficie hasta 0,4 m. A partir del contenido de humedad del suelo y utilizando la ecuación de balance de humedad (ingresos = lluvia + riego) se determinó el consumo de agua por el cultivo.

Los coeficientes bioclimáticos fueron inicialmente calculados como la relación E_{Tr} (consumo real del cultivo)/ E_0 (evaporación) obtenida en el tanque evaporímetro Clase A, ambos expresados en mm. Sánchez (1984), al estudiar el consumo de agua del King grass en lisímetros encontró una relación entre la E_{Tm} del cultivo y la evaporación del tanque entre 0,74 y 0,75, resultados estos corroborados por Bernal (1996), al comparar la E_{Tm} obtenida en lisímetros con césped y la evaporación en tanque evaporímetro clase A.

En este trabajo se utilizó el valor 0,75 para modificar el valor de los coeficientes bioclimáticos anteriormente obtenidos y acercar el valor de los mismos a la relación planteada para el coeficiente de cultivo por Allen *et al.* (2006), donde

$$ET_c = K_c \cdot ET_0 \quad (1)$$

Donde:

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (L);

K_c = Coeficiente del cultivo;

ET_0 = Evapotranspiración de referencia (L);

Quedando entonces:

$$Kc = 0,75 \cdot Kb \quad (2)$$

Que fue la relación utilizada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de Kc calculados a partir de la expresión 2 y los Kb calculados por Herrera (1984) se muestran en la Figura 1. En la misma puede observarse el comportamiento de los coeficientes del cultivo (Kc) a lo largo del año, y las fluctuaciones de este como consecuencia de los corte y del momento en que el mismo se produzca. Así, en los cortes 1 y 8, que ocurren en los tres primeros meses de la época seca y también los de menores temperaturas mínimas, que es uno de los factores climáticos que más afecta el desarrollo del cultivo según Herrera y Ramos (1990), muestran los valores más bajos del Kc , mientras que en los cortes 5 y 6, época de mayor temperatura, mayor desarrollo del cultivo y por tanto mayor consumo de agua, los Kc alcanzan su mayor valor.

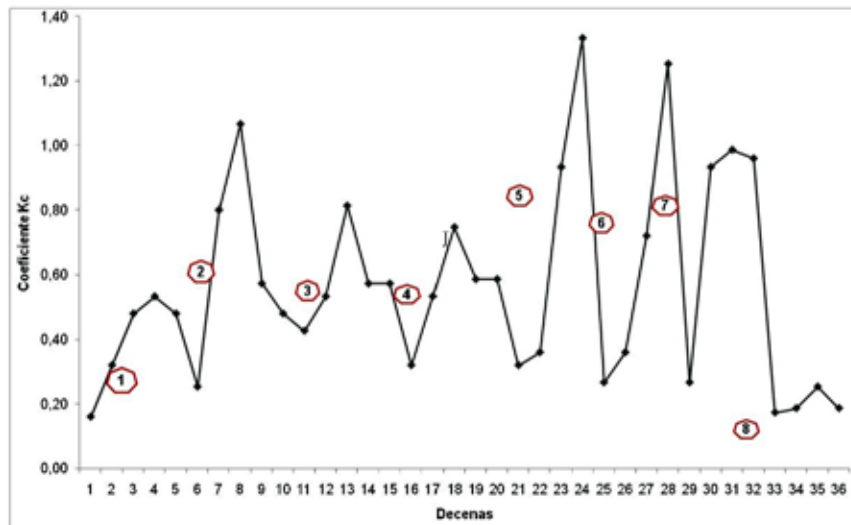


FIGURA 1. Variación dentro de cada corte del coeficiente de cultivo del King grass a lo largo de un año (cortes a 50 días).

El patrón de comportamiento del Kc es poco afectado por la época y más por la edad del cultivo obteniéndose siempre un menor valor en la primera decena de crecimiento, que se incrementa con la edad del cultivo. Este incremento difiere en su valor en dependencia de la época del año, la que influye marcadamente en el mismo

La Figura 2 muestra los Kc por cortes, así en las Figuras 2a y 2b (época seca y fría del año) pueden observarse los menores valores, los que alcanzan un máximo cerca de los 40 días para después disminuir, indicando con ello un menor consumo de agua por la planta en esta época luego de 40 días de la Figuras 2c y 2d, que reflejan los valores para la época de lluvias (mayores temperaturas) muestra una tendencia más lineal, lo que puede ser índice de que en esta época a los 40 días aun la planta muestra un potencial de incremento en la producción de masa verde y por tanto de no cortarse aun podría demandar mayores cantidades de agua.

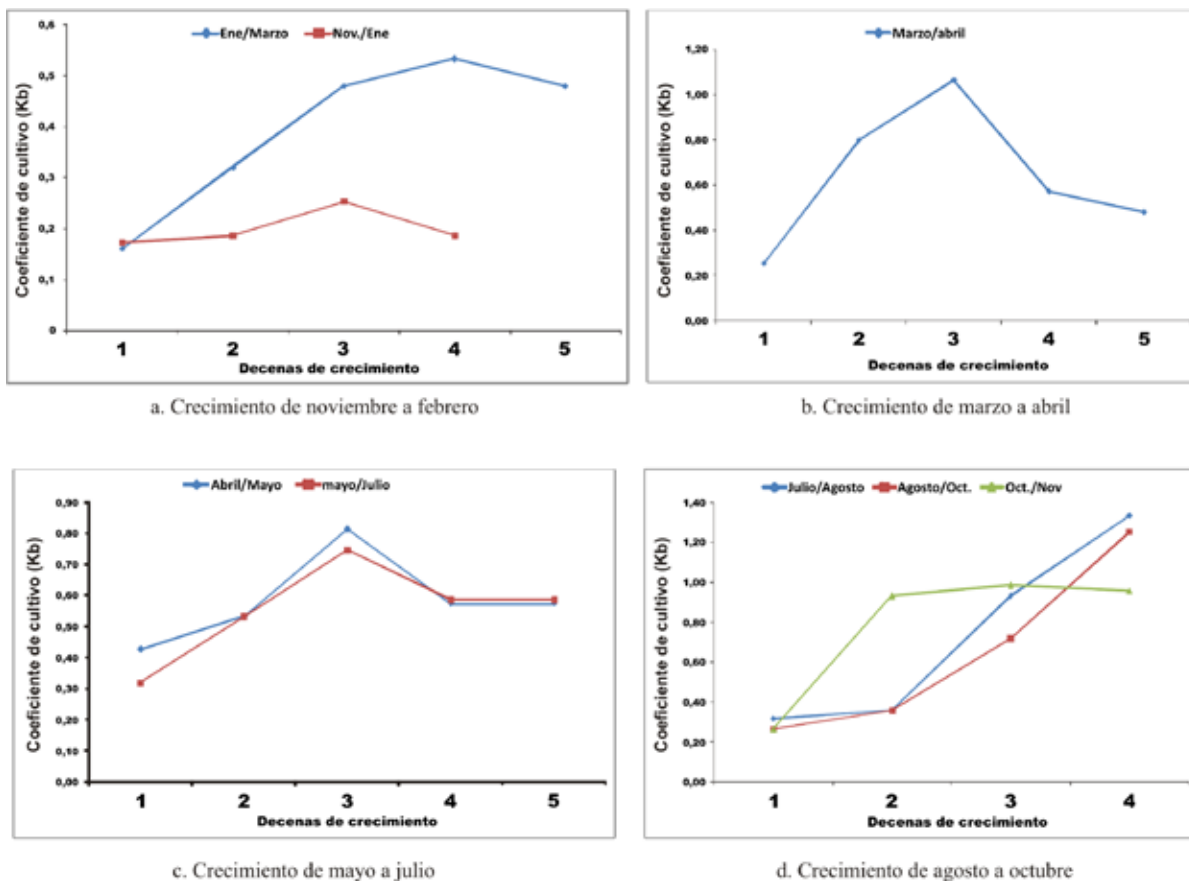


FIGURA 2. Variación del coeficiente de cultivo por cortes.

Los patrones de consumo para ambas épocas coinciden con las curvas de crecimiento diario del forraje para ambas épocas del año, tal y como se muestran en las Figuras 3 y 4.

En ambas figuras se muestra el efecto de la época del año y la humedad del suelo sobre las variaciones del crecimiento diario en relación con la edad de la planta comparando dos tratamientos contrastantes (secano vs 90% de Capacidad de Campo). En la época de seca (Figura 3), el crecimiento en los primeros 15 días después del corte no parece haber sido afectado por la disponibilidad de humedad en el suelo y se obtuvo un promedio de 0,56 cms/día; sin embargo a partir de esta edad, el ritmo diario de crecimiento se incremento con la mayor disponibilidad de humedad en el suelo y alcanzo su mayor valor en el tratamiento regado a la edad de 50 días con 1,61 cms/día mientras que en secano alcanzo 1,23 cm/día. A partir de esta edad el ritmo de crecimiento diario disminuyó y las plantas florecieron. La figura 3 muestra una relación cuadrática entre el ritmo de crecimiento diario y la edad de la planta para la época de seca.

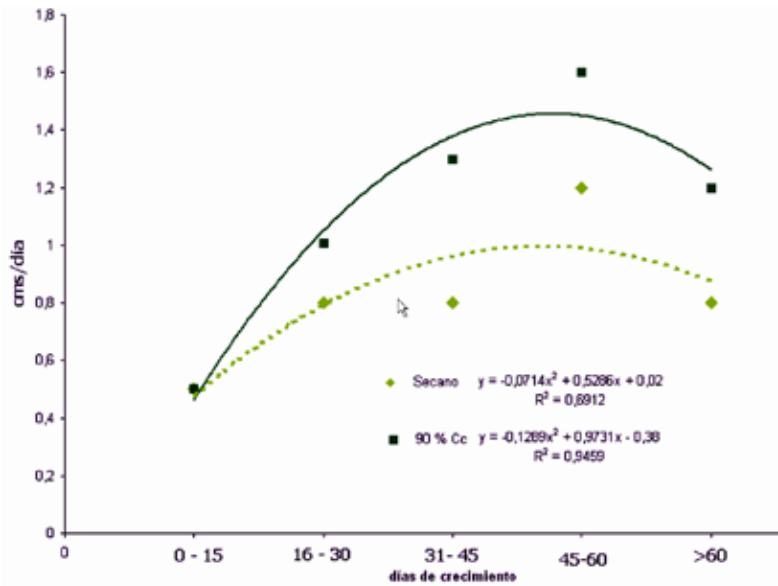


FIGURA 3. Curva de crecimiento diario (cm/día) en relación con la edad de la planta y el régimen de riego en la época de seca.

En la primavera (Figura 4) hubo un ritmo de crecimiento diario mayor que en la seca. En esta época el ritmo de crecimiento diario promedio fue de 2,12 cm/día contra 1,24 y 0,90 cm/día que tuvieron los tratamientos de 90% Cc y secano respectivamente en la época de seca. El crecimiento fue lineal como muestra, indicando que a los 50 días aun la planta podría haber aumentado su ritmo diario de crecimiento.

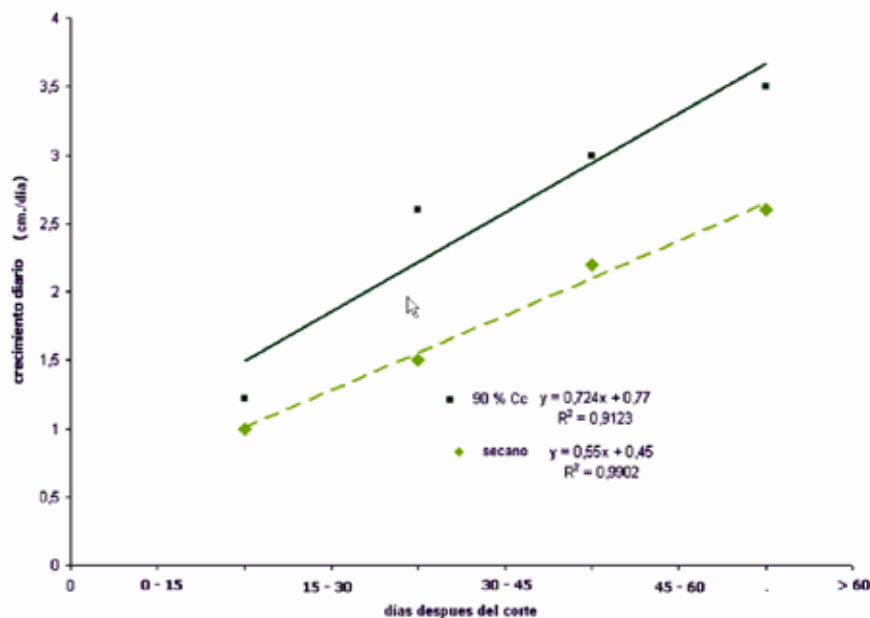


FIGURA 4. Curva de crecimiento diario (cm/día) en relación con la edad de la planta y el régimen de riego en la época de primavera.

Los resultados mostrados en las Figuras 3 y 4 son coincidentes con los expuestos en la Figura 2, lo que indica en coincidencia con lo planteado por Ramírez *et al.* (2008), quienes encontraron para el Pennisetum Cuba Ct-169 un incremento de rendimiento lineal en primavera hasta los 90 días en primavera y solo hasta los 60 días en seca.

La edad de la planta influyó en el consumo diario, y este se incremento linealmente con la edad hasta los 60 días. Este incremento fue más leve en la seca (Figura 5), donde solo el 80% de las variaciones diarias en el consumo fueron explica-

das por el incremento en la edad de la planta. En primavera, el 88% del consumo diario pudo ser explicado por la edad del forraje.

De acuerdo con las curvas de la Figura 5, en los 15 primeros días de crecimiento el King grass tiene un consumo promedio diario de 1,5-2 mm/días, entre los 15 y los 30 días el consumo es de 2,5-3 mm/día, entre los 30 y 45 toma valores entre 3 y 3,5 mm y puede llegar a alcanzar hasta 5,6 mm/día para esta edad en la primavera, mientras que en la seca se mantiene alrededor de los 3,5 mm.

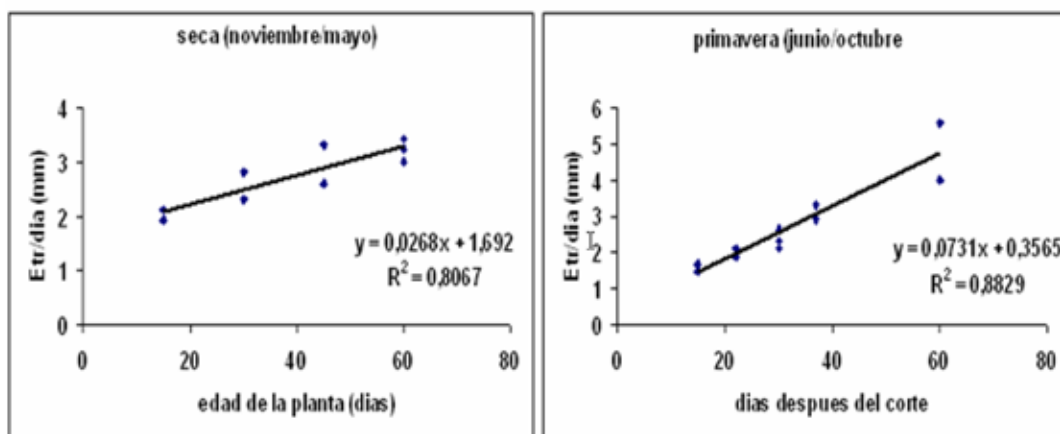


FIGURA 5. Relación entre el consumo, la edad de la planta y la época del año en el King grass en la región occidental de Cuba.

Estos valores son similares a los reportados por Sánchez (1984), al estudiar el consumo de agua en el King grass en lisímetros también en la región occidental de Cuba, quien encontró que los valores de ETm al principio del periodo de crecimiento después del corte eran de 1 a 1,5 mm y se incrementaron hasta 5 a 9 mm antes del corte en dependencia de la variación estacional.

Teniendo en cuenta el fuerte efecto de los cortes en el consumo de agua (edad de la planta) y de la época del año se reelaboraron los coeficientes del cultivo, asumiendo un forraje cortado cada 50 días. Estos coeficientes se muestran en la Tabla 1 para cada corte a lo largo del año y por decena de crecimiento dentro de cada corte.

TABLA 1. Valores de los coeficientes Kc y Kb del King grass por decena y cuatrimestre

Decenas de crecimiento	Valor del Coeficiente de cultivo (Kc) y bioclimático por cuatrimestre							
	noviembre/enero		marzo/abril		mayo/julio		agosto/noviembre	
	Kc	Kb	Kc	Kb	Kc	Kb	Kc	Kb
1	0,17	0,13	0,25	0,19	0,37	0,28	0,28	0,21
2	0,25	0,19	0,8	0,60	0,53	0,40	0,55	0,41
3	0,37	0,28	1,07	0,80	0,78	0,59	0,88	0,66
4	0,36	0,27	0,57	0,43	0,58	0,44	1,29	0,97
5	0,48	0,36	0,48	0,36	0,58	0,44		

Como muestra la Tabla 1 y en coincidencia con la Figura 2, durante la primera decena, donde la planta crece fundamentalmente a partir de las reservas acumuladas en la macolla y la evapotranspiración está constituida fundamentalmente por la evaporación desde el suelo casi desnudo, el consumo es bajo, con valores entre el 0,17 y 0,37 de la ETp. En la 3ra. y 4ta. decena el consumo de agua alcanza su máximo valor y es en esta época donde debe intensificarse el riego, momento en el cual debe velarse porque el intervalo, de acuerdo con Herrera y Martínez (1985) no debe ser mayor de 10 días.

En la actualidad se están utilizando cultivares de mayor rendimiento que el utilizado en este trabajo (Herrera, 2005), pero no hay resultados experimentales que permitan dar reco-

mendaciones sobre las necesidades de agua de los mismo y/o su patrón de respuesta al agua. Sin embargo las similitudes en los patrones de crecimiento entre alguno de los nuevos cultivares planteado por Ramírez *et al.* (2008) y el utilizado en este trabajo, indican la posibilidad de usar estos coeficientes como guía para el cálculo de las demandas de agua y la operación del riego a pequeña escala hasta tanto se cuente con resultados propios para los cultivares en explotación

CONCLUSIONES

- El King grass se ha destacado como planta forrajera en Cuba y Latinoamérica por su valor energético y alto potencial pro-

ductivo tanto en riego como seco. El desarrollo del riego en esta gramínea en Cuba para su uso en la ceiba de toros de acuerdo al programa previsto en el país para la intensificación de esta actividad entre los pequeños agricultores, indica que será necesario contar con elementos adecuados para el manejo eficiente del riego con vistas al ahorro de agua y energía.

- Los coeficientes de cultivo indicados en la Tabla 1 permiten ajustar las demandas del cultivo a la edad del mismo dentro del corte y a la época del año donde ocurra este crecimiento. En la actualidad se están utilizando cultivares de mayor

rendimiento que el utilizado en este trabajo, pero no hay resultados experimentales que permitan dar recomendaciones sobre las necesidades de agua de los mismo y/o su patrón de respuesta al agua. Sin embargo las similitudes en los patrones de crecimiento entre alguno de los nuevos cultivares y el utilizado en este trabajo, indican la posibilidad de usar estos coeficientes como guía para el cálculo de las demandas de agua y la operación del riego a pequeña escala hasta tanto se cuente con resultados propios para los cultivares en explotación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; L.S. PEREIRA; D. RAES; M. SMITH: *Evapotranspiración del cultivo*, 298pp., Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, FAO Estudios Riego y Drenaje 56, Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, 2006.
- BERNAL, V.P.: Measured and calculated evapotranspiration in South Havana, Cuba. *Evapotranspiration and Irrigation Scheduling*, In: **American Society of Agricultural Engineers International Conference**, pp. 924-927, USA, San Antonio, Texas, November 3-6, 1996.
- CUBA, MINISTERIO DE LA AGRICULTURA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE RIEGO Y DRENAJE: *Incremento de la capacidad de producción de la fábrica del Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD), en sistemas de riego por aspersión de baja intensidad para la cría intensiva de ganado*, 12pp., Documento de Proyecto, IIRD, La Habana, Cuba, junio 2008.
- DOOROEMBOS, J.; W. O. PRUITT: *Crop water requirements*, 144pp., FAO Irrigation and Drainage papers 24 (Rev. 1), Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1977.
- ESPINOZA, F; P. ARGENTI; J. L. GIL; L. LEÓN; E. PERDOMO: "Evaluación del pasto King grass (*Pennisetum purpureum* cv. King grass) en asociación con leguminosas forrajeras", *Zootecnia Trop.*, 19(1): 59-71, 2001.
- HERRERA, J: *Régimen de riego de algunas gramíneas forrajeras de la región occidental de Cuba*, Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas), Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana (ISCAH), La Habana, Cuba, 1984.
- HERRERA, J.; E. MARTÍNEZ; L. CORONA: "Estudio del régimen de riego del King grass. I. Efecto sobre el rendimiento" *Cienc.Tec. Agric. Riego y Drenaje*, 2(2): 17-33, julio 1985.
- HERRERA, R.S; N. RAMOS: *Evaluación agrónoma en King grass, plantación establecimiento y manejo en Cuba*, Editorial EDICA, Instituto de Ciencia Animal (ICA), La Habana, Cuba, 1990.
- HERRERA, R.S: "Evaluación de gramíneas, Contribución del Instituto de Ciencia Animal", *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39(3), 2005.
- RAMÍREZ, J. L.; D. VERDECIA; L. LEONARD: "Rendimiento y caracterización química del *Pennisetum Cuba CT 169* en un suelo Pluvisol". *REDVET, Revista electrónica de Veterinaria*, 9(5), 2008.
- REY, R.; J. HERRERA; R. ROQUE; C. LAMELAS: "El pronóstico de riego en Cuba". *Cienc.Tec. Agric. Riego y Drenaje*, 5(1): 47-60, enero 1982.
- ROQUE, R., J. HERRERA; J. ORTEGA: "Algunos resultados de la aplicación del pronóstico de riego por el método bioclimático en el país", *Cienc.Tec. Agric. Riego y Drenaje*, 12(2): 47-60, enero 1989.
- SÁNCHEZ, L. A.M.: *Evapotranspiración máxima del King grass*, 40pp., Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero en Riego y Drenaje), Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana (ISCAH), Facultad de Riego y Drenaje, La Habana, Cuba, 1984.
- SMITH, M.; D. CLARKE, K. EL-ASKARI: *Cropwat 8.0 for Windows: User Guide*, 97pp., FAO, Rome, 2008.

*Todos nuestros servicios
a su disposición*

BIBLIOTECA ANTONIO MACHADO RUIZ

UNIVERSIDAD DE GRANMA (UGR)