

## INFLUENCIA DE DIFERENTES NORMAS DE RIEGO SOBRE LA PRODUCCION Y CALIDAD DEL MILLO FORRAJERO

**A. Pérez y R. Acosta**

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

En un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y cortes cada 6 semanas se estudió la influencia de diferentes normas de riego (0, 250, 350, 450 y 550 m<sup>3</sup> de agua/ha por cada aplicación), con un intervalo de 14 días sobre la producción y calidad del millo forrajero en la época de seca. Se fertilizó con 240-50-75 kg de NPK/ha, y el experimento se condujo en un suelo Ferralítico Rojo con una capacidad de campo de 24,6% y coeficiente de marchitez de 16,9%. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y los rendimientos obtenidos fueron de 7,2; 8,0; 6,9; 6,3 y 6,9 t/ha para los tratamientos mencionados; tampoco se encontraron diferencias significativas en la composición química, relación hoja-tallo y profundidad del sistema radical. A pesar de no existir diferencias significativas, se concluye que la norma de riego 250 m<sup>3</sup>/ha/2 semanas es suficiente para el millo forrajero en aquellos períodos de escasas precipitaciones y que volúmenes altos de agua (550 m<sup>3</sup>/ha) pueden afectar sus rendimientos.

**Palabras clave:** *Sorghum bicolor*, riego, rendimiento, calidad

The influence of different irrigation levels 0, 250, 350, 450 and 550 m<sup>3</sup> of water/ha per each application every 14 days upon the millet fodder production and quality in dry season was studied in a randomized block design with four replications and cuttings every 6 weeks. 240-50-75 kg NPK/ha were used and the experiment was conducted on a red ferralitic soil with 24,6% of field capacity and 16,9% of withering coefficient. No significative differences were found among treatments and the yields obtained were 7,2; 8,0; 6,9; 6,3, and 6,9 t/ha for those above treatments. Significative differences in chemical composition, leaf-stem ratio and roots system depth were not found. In spite of the no significative differences, it is concluded that 250 m<sup>3</sup>/ha/2 weeks irrigation level is enough for millet fodder in seasons with lack of ram. However its yield can be affected by the higher levels (550 m<sup>3</sup>).

**Key words:** *Sorghum bicolor*, irrigation, yield, quality

La época de seca constituye un período deficitario en alimentos para el ganado en nuestro país, y una vía de compensar este déficit es el suministro de forrajes de áreas bajo riego.

El régimen de riego en los pastos ha sido poco estudiado en Cuba al igual que en la zona tropical; sin embargo, estos estudios son necesarios para una mejor explotación de los equipos, del agua y del pastizal en la época de seca.

Según Funes, Yepes y Hernández (1971) el millo forrajero es una planta destacada por sus rendimientos y su buena respuesta al riego, por lo que el objetivo de este trabajo fue estudiar, por primera vez en Cuba, las normas de riego que deberán emplearse en dicha gramínea.

### **MATERIALES Y METODOS**

*Suelo y clima.* El experimento se condujo en un suelo Ferralítico Rojo (Academia de Ciencias de Cuba, 1979). Se calcularon las propiedades hidrofísicas del suelo entre los 0-40 cm de suelo (base seca), se obtuvo un coeficiente de marchitez (CM) de 19,9% y la capacidad de campo (CC) de 24,6%. Se analizaron los elementos climáticos: precipitación, evaporación, humedad relativa, horas sol, temperaturas máximas, medias y mínimas en función de las fechas de corte para valorar su influencia, los cuales aparecen en la tabla 1.

*Diseño y tratamientos.* Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas en parcelas de 5 x 4 m. Los tratamientos fueron: sin riego, 250, 350, 450 y 550 m<sup>3</sup> de agua/ha/2 semanas, aplicados por aspersores 29 BLA, con una presión de 3 atmósferas aproximadamente y válvulas SCAPP para independizar los diferentes tratamientos.

*Procedimiento experimental.* La siembra se realizó a finales de octubre con una densidad de 15 kg de semillas/ha, a chorrillo y distancias entre surcos de 70 cm. El intervalo de corte fue de 6 semanas, explotándose desde el 15 de noviembre de 1978 al 16 de mayo de 1979. Se fertilizó con 240-50-75 kg de NPK/ha.

*Mediciones.* En cada corte fue determinada la producción de MS (kg/ha), la relación hoja tallo, la composición química (por ciento de proteína, P y Ca), y al finalizar la época de seca se efectuó un estudio del sistema radical en cada tratamiento.

La evapotranspiración potencial (K<sub>evt</sub>) fue calculada por la fórmula de Blaney Criddle (Israelsen y Hansen, 1965):

$$K = \frac{\text{Evapotranspiración (K}_{evt}\text{)}}{\text{Evaporación (K}_{ev}\text{)}}$$

Para ello se usaron los datos del evaporímetro de tanque A de la Estación Meteorológica, ubicada cerca del área experimental.

Tabla 1. Comportamiento de los elementos climáticos y el agua recibida por la planta en cada corte.

Elemento climático	Cosechas			
	1	2	3	4
	Del 18-11-78 al 10-1-79	Del 11-1-79 al 21-2-79	Del 22-2-79 al 4-4-79	Del 5-4-79 al 16-5-79
Temperatura media (°C)	23,1	20,0	21,0	26,7
máxima (°C)	28,7	25,6	27,4	33,4
mínima (°C)	16,5	13,9	14,5	1,6
Precipitación (mm)	64,9	103,7	103,5	109,1
Riego 250 m <sup>3</sup> /ha	100,0	750,0	750,0	250,0
Riego + Precipitación	164,9	178,7	178,5	134,1
Riego 350 m <sup>3</sup> /ha	140,0	105,0	105,0	35,0
Riego + Precipitación	204,9	208,7	208,5	144,1
Riego 450 m <sup>3</sup> /ha	180,0	135,0	135,0	45,0
Riego + Precipitación	244,9	238,7	238,5	154,1
Riego 550 m <sup>3</sup> /ha	220,0	165,0	165,0	55,0
Riego + Precipitación	284,9	268,7	268,5	164,1
Sin riego	1,2	2,5	2,5	2,6
Agua 250 m <sup>3</sup> /ha	4,0	4,5	4,6	3,2
promedio 350 m <sup>3</sup> /ha	5,0	5,2	5,2	3,4
(mm/día) 450 m <sup>3</sup> /ha	6,0	6,0	6,0	3,6
550 m <sup>3</sup> /ha	6,9	6,7	6,7	3,9
Evapotranspiración potencial (mm)	-	100,1	128,3	202,0
Evaporación total (mm)	-	138,9	171,1	269,4
Evaporación promedio (mm/día)	-	3,3	4,8	6,7
Horas sol	6,1	6,1	7,3	8,4
Humedad relativa	75,0	70,0	71,3	71,3

## RESULTADOS

**Rendimiento.** No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento entre los tratamientos en ninguna de las cuatro cosechas y el total (tabla 2). No obstante, el tratamiento de 250 m<sup>3</sup>/ha

resultó el de mayor rendimiento con 8 t/ha, seguido del tratamiento donde no se aplicó riego (7,2 t/ha); en el resto de los tratamientos se produjeron rendimientos por debajo de 7 t/ha.

En la tabla 3 se presenta la composición química y crecimiento del sistema

radical en los diferentes tratamientos. No se encontraron diferencias significativas para ninguno de estos indicadores. En

esta misma tabla se muestra el contenido medio de hojas, el cual resultó similar en todos los tratamientos.

Tabla 2. Comportamiento de los rendimientos de millo forrajero (t/ha).

Tratamientos	Cosechas				Total
	1	2	3	4	
Sin riego	2,2	0,5	2,7	1,7	7,2
250 m <sup>3</sup> /ha	2,3	0,5	3,2	1,9	8,0
350 m <sup>3</sup> /ha	2,0	0,5	2,8	1,5	6,9
450 m <sup>3</sup> /ha	1,2	0,6	3,1	1,3	5,5
550 m <sup>3</sup> /ha	1,9	0,4	2,8	1,6	6,9
ES $\bar{x} \pm$	0,30	3,08	0,29	0,22	0,52

Tabla 3. Composición química, por ciento de hojas y profundidad del sistema radical en millo forrajero.

Tratamientos	Proteína (%)	P (%)	Ca (%)	Hoja (%)	Profundidad (cm)
Sin riego	9,17	0,13	0,67	68,13	25
250 m <sup>3</sup> /ha	7,51	0,14	0,74	64,37	25
350 m <sup>3</sup> /ha	5,95	0,12	0,64	71,60	25
450 m <sup>3</sup> /ha	7,47	0,14	0,71	72,30	25
550 m <sup>3</sup> /ha	7,10	0,11	0,73	65,33	25
ES $\bar{x} \pm$	0,73	0,02	0,06		

La eficiencia del uso del agua (tabla 4) presentó un valor alto en el control (sin riego) comparado con los tratamientos regados, los cuales disminuyeron a medida que aumentó la norma de riego.

Tabla 4. Eficiencia del uso del agua (kg de MS/mm agua).

	Tratamientos(MS/ha)				
	Sin riego	250	350	450	550
kg MS/mm agua	18,9	12,3	10,5	7,19	7,0

## DISCUSION

La respuesta del millo a estos tratamientos puede analizarse teniendo en cuenta la característica de la relación suelo-clima-planta.

La ausencia de diferencia entre el control y la norma de 250 m<sup>3</sup>/ha se debió posiblemente al balance entre la precipitación y la evaporación en estos meses. El tratamiento sin riego, excepto en el primer corte, recibió cada 2 semanas 310 m<sup>3</sup>/ha aproximadamente, producto de la precipitación; mientras que el último recibió 560 m<sup>3</sup>/ha/2 semanas, volumen

que posiblemente la planta no pudo utilizar en su totalidad.

Según los valores de evapotranspiración obtenidos en la fórmula para determinar el balance hídrico en un período corto de tiempo (Anon, 1973), las plantas en el experimento no pudieron aprovechar el volumen de agua disponible.

Criddle (citado por Israelsen y Hansen, 1965) planteó que el coeficiente de evapotranspiración o biológico (K) para el maíz y el millo forrajero está entre 0,70-0,75; Penman (citado por Tzenova, 1976), considera que  $K = 0,75$  resulta bastante preciso para fines prácticos, por lo que fue utilizada la fórmula de Penman para los cálculos de la evapotranspiración potencial en cada uno de los períodos de cosecha (tabla 1). Estos resultados de evapotranspiración fueron superados por concepto de precipitación y riego aplicados en los períodos, entre cosechas, excepto en la cuarta (tabla 1) lo que indica que siempre la aplicación estuvo por encima del uso consuntivo (cálculo teórico) en las tres primeras cosechas con la aplicación de 250 m<sup>3</sup>/ha, mientras que la precipitación para el control fue de 34,6; 34,6 y 36,1 mm cada 15 días aproximadamente, muy próximos a los valores de uso consuntivo calculados. En estos resultados y en el sistema radical poco profundo, es que fundamentamos la explicación de la falta de diferencias significativas entre estos tratamientos. Incluso cuando se aplicaron 550 m<sup>3</sup>/ha, el millo presentó clorosis ocasionalmente, lo que pudo estar influenciado por la mala relación CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> en el suelo, provocada por el exceso de agua, fenómeno señalado por Wilsie (1970) y Russell y Russell (1972).

Los resultados de otras investigaciones han mostrado la ausencia de respuesta de esta planta a altos volúmenes de riego; así, en un experimento con tres intervalos de riego (1, 2 y 4 sema-

nas) y tres niveles de N, Blunt Fisher (1974) señalaron que los rendimientos se incrementaron en todos los niveles de N con 2 y 4 semanas de intervalos de riego, comparado con los regados semanalmente, lo que confirma lo señalado anteriormente.

La variación de los rendimientos en los diferentes cortes pudo estar relacionada con las características de la planta y las variaciones de clima y suelo. Los rendimientos más bajos se produjeron en el segundo corte, coincidiendo con las condiciones heliotérmicas más bajas (temperatura mínima de 13,9°C y horas sol de 6,10 horas), mientras que los rendimientos más altos se produjeron en el tercer corte, con un leve incremento en estas condiciones (0,6°C y 1 hr 20 mm respectivamente). Posiblemente un mejor balance energético logrado por estos pequeños incrementos en la temperatura y horas sol influyeron positivamente en este aspecto.

Las variaciones entre cortes también pueden estar relacionadas con el fisiologismo de las plantas y su estado de reserva. En este sentido, Klapp (1937) Osieczanski (1954) y Voisin (1963) han expuesto que la producción de materia seca de la planta es un proceso continuo que depende de su estado de reserva y que está influenciado por los cortes y pastoreos. En el cuarto corte los rendimientos disminuyeron en todos los tratamientos aunque las condiciones heliotérmicas fueron más altas; sin embargo, la evapotranspiración en este período fue de 201 mm aproximadamente, mientras que en el tratamiento que más agua recibió fue de 164,1 mm, lo que pudo haber provocado un desbalance hídrico en la planta como consecuencia de una sequía relativa. Ello nos permite explicar, en parte, la depresión de los rendimientos debido a los efectos sobre el metabolismo y creci-

miento de la planta, que produce un desbalance hídrico, como ha sido expuesto por Gates (1964) y Slatyer (1973).

El tratamiento 550 m<sup>3</sup>/ha aunque recibió mayores volúmenes de agua, fue el de menos rendimiento en el cuarto corte, posiblemente a causa de una menor adaptación al déficit hídrico que se produjo en este corte.

Además, deben considerarse otros fenómenos inherentes a la fisiología de la planta. Weinman (citado por Voisin, 1963), planteó que las influencias provocadas por los repetidos cortes de las hojas son acumulativas, reduciendo progresivamente cada vez más las reservas.

Esto nos permite justificar parcialmente que tales efectos se observaron en la última cosecha, cuando se vio muy afectado el rendimiento.

El comportamiento de la composición química y el por ciento de hojas pudo deberse a que el volumen de agua, producto de las precipitaciones en los tratamientos más bajos fue suficiente para asimilar la fertilización aplicada. Estos datos concuerdan parcialmente con los obtenidos por Funes *et al.* (1971).

El comportamiento del uso del agua por el pasto (kg de MS/mm agua) es característico en nuestras condiciones, y puede observarse cuando se comparan rendimientos obtenidos con y sin riego; además, se confirma lo planteado por Russell y Russell (1972) acerca de que la eficiencia de cada mm de agua disminuye por encima de determinados volúmenes de agua recibida por la planta.

A pesar de no existir diferencias significativas se concluye que la norma de riego 250 m<sup>3</sup>/ha cada 2 semanas es suficiente para el millo forrajero en aquellos períodos de escasas precipitaciones, y que volúmenes altos de agua (550 m<sup>3</sup>/ha) pueden afectar a esta planta forrajera.

## REFERENCIAS

- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana, Cuba
- ANON. 1973. Manual técnico para la proyección del riego por aspersión. (Mimeo)
- BLUNT, G.G. & FISHER, M.J. 1974. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 13:2
- FUNES, F.; YEPES, S. & HERNANDEZ, D. 1971. *Memoria de la EEPF "Indio Hatuey"*. Matanzas, Cuba
- GATES, C.T. 1964. Water deficit plant growth. Water deficit growth of herbaceous plants. Edit by T.T. Kozlowsky
- ISRAELSEN, O.W. & HANSEN, V.E. 1965. Principios y aplicaciones del riego. Editora Reverté. S.A. 2da. Ed
- KLAPP, E. 1937. *Pflanzenbau*. 14:209
- OSIECZANSKI, E. 1954. Biologie and Nützung des Grünlandes. Traduction du Polonais
- RUSSELL, E.J. & RUSSELL, E.W. 1972. La condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Edición Revolucionaria. Inst. del Libro. Cuba
- SLATYER, R.O. 1973. The effect of internal water status on growth development and yield. Proc. of The Uppsala Symposium. Plant response to climatic factors. UNESCO
- TZENOVA, LILIANA 1976. *Ciencias Agropecuarias. Serie 1. Ingeniería Agronómica*. No. 18
- VOISIN, A. 1963. Productividad de la hierba. Editorial Tecnos, S.A. Madrid