

REGIMEN DE RIEGO DE LA CAÑA DE AZUCAR, II RETOÑO

L. VIDAL¹; A. GUTIERREZ¹; J. PACHECO¹ y N. ALONSO¹

RESUMEN

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental "Jesús Menéndez" de Sagua la Grande sobre un vertisuelo oscuro plástico gleyzoso con la variedad Ja. 60-5 y un diseño Block al Azar con cuatro réplicas. Se estudiaron cuatro regímenes de riego en comparación con un testigo de secano. La variante más destacada fue aquella en que se regó al 80% de C.C - hasta los 5 meses y posteriormente al 70% de C.C. Todas las variantes regadas superaron el testigo en los parámetros t/caña/ha, % de azúcar y t/azúcar/ha. Fueron determinados los valores de la Et en cada tratamiento, así como el Kb correspondiente, tomando la evaporación de un tanque - clase "A" cercano al área del experimento. Se efectuó un estudio de la economía del agua y se obtuvo alta correlación entre la Et y el crecimiento del cultivo, tanto mensuales como acumulada.

INTRODUCCION

El régimen de riego de la caña de azúcar es un elemento tan complejo que requiere de un estudio minucioso para cada región debido a que está sujeto a la influencia de factores biológicos, climáticos, edáficos, agro-técnicos, etc.

Numerosos investigadores han trabajado en la determinación del régimen de riego y la evapotranspiración de la caña de azúcar bajo distintas

¹ Estación Experimental "Jesús Menéndez", Universidad Central, MES.

condiciones de suelo y clima. Se han estudiado los requerimientos de agua del cultivo para los diferentes ciclos, sus períodos críticos, - los momentos óptimos para la aplicación del riego y la economía y aprovechamiento que hace la planta del agua.

Acosta (1979) obtuvo con la variedad Ja. 60-5 y en suelos oscuros - plásticos los mejores resultados regando con la combinación 85-75% de C.C.

En estudios realizados por Fogliata (1975) éste halló valores de Et y Et/Ev (Ib) entre 3,93-8,74 mm y 0,59-1,43 respectivamente.

Hargreaves (1953) encontró en Haití para caña plantada en marzo y cosechada en abril valores de Et entre 3,62 y 5,72 mm/día, señalando que casi todas las raíces se encontraban en los primeros 3 pies del perfil de suelo.

Resultados obtenidos por Pacheco, Alonso y Gutiérrez (1979) señalan como mejor variante regar los primeros 5 meses cuando se ha consumido 1/3 del agua útil y posteriormente cuando se han consumido 2/3.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental "Jesús Menéndez" de la Universidad Central ubicada en Sagua la Grande, con la variedad Ja. 60-5 en su segundo retoño entre el 30-3-82 y el 14-4-83. Se estudiaron los siguientes tratamientos:

- 1.- Testigo (sin riego)
- 2.- Regar cuando la humedad del suelo es 80% de la C.C.
- 3.- Regar cuando la humedad del suelo es 70% de la C.C.
- 4.- Regar cuando la humedad del suelo es 80% de la C.C. hasta los 5 meses y después con 70% de la C.C.
- 5.- Regar cuando la humedad del suelo es 70% de la C.C. hasta los 5 meses y después con 80% de la C.C.

Se utilizaron parcelas de 6 surcos de 15 metros de largo de los cuales son cosechables los 4 centrales y se eliminan 1,5 metros en cada ex-

tremo de los surcos para eliminar el posible efecto de borde. El riego se efectuó por surcos con tubos perforados. Se realizaron evaluaciones de altura, área foliar y población, raíces, análisis azucarero y pesada en la cosecha para determinar rendimiento agrícola.

La humedad del suelo fue medida por el método gravimétrico cada 7 días y estos datos se utilizaron para determinar la evapotranspiración.

El suelo se clasifica como un vertisuelo oscuro-plástico gleyzoso - con las siguientes características.

Tabla 1: CARACTERISTICAS HIDROFISICAS.

Perfil	Peso volumétrico	Capacidad de campo
0-10	0,96	53,3
10-20	1,08	54,5
20-30	1,06	55,0
30-40	1,09	55,2
40-50	1,06	57,0

Se hicieron comparaciones estadísticas entre los resultados de cada evaluación.

El promedio de precipitaciones para esta zona es de 1241 mm/anuales, en el periodo estudiado (abril/82 a marzo/83) la lluvia alcanzó 1 117 mm o sea muy cerca de la media.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 2, muestra las normas totales y parciales, el número de riegos y sus fechas para cada tratamiento.

Cada tratamiento a excepción del testigo recibió un determinado número de riegos en dependencia del comportamiento de la dinámica de humedad en el suelo y del límite productivo adoptado.

Tabla 2: NORMAS TOTALES, NORMAS PARCIALES, FECHA Y NUMERO DE LOS RIEGOS.

Tratam.	Número de riegos	Normas parciales	Normas totales	Fechas
80% de C.C.	4	580	2 320	27-4-82, 8-7-82, 30-8-82 y 28-12-82
70% de C.C.	1	860	860	4-8-82
80-70% de C.C.	3	580	1 740	27-4-82, 8-7-82 y 30-8-82
70-80% de C.C.	2	720	1 440	4-8-82 y 28-12-82

El mayor número de riegos correspondió al tratamiento de mayor humedad pre-riego establecida.

Todos los riegos, menos uno, que se dió a las variantes 2 y 5 en diciembre coincidieron con el período marcado por los primeros 5 meses del cultivo o sea antes del mes de octubre, esto coincide con lo planteado - por Lunev y Llerena (1973) y Pacheco (1977).

El comportamiento de la dinámica de humedad en el tratamiento de secano se caracteriza por un comienzo en niveles extremadamente bajos de humedad que coincidió con el retoñamiento. En mayo y junio las precipitaciones hicieron que se elevara la humedad en el suelo pero sin llegar a satisfacer adecuadamente a las plantas. Durante los meses de julio, - agosto y septiembre a pesar de las precipitaciones tampoco el suelo alcanzó niveles óptimos de humedad. En octubre-noviembre se produce un período de sobrehumedad, en diciembre la humedad vuelve a bajar - y a partir de enero hasta la cosecha las precipitaciones, de forma anormal para este período, mantienen el suelo sobre saturado de humedad. El resto de los tratamientos presentan las mismas características generales en cuanto a dinámica de humedad del suelo, pero con las particularidades creadas por los riegos. Según se puede apreciar en la Tabla 3 la variante que resultó ser la mejor en toneladas de caña por hectárea fue la No.4

por cuanto no tiene diferencias estadísticas con la No. 2 y sí supera con diferencias significativas a la No. 5 y altamente significativa a las variantes No. 3 y No. 1.

La comparación entre el rendimiento aparente (tabla 3) por tratamientos nos permitió conocer que el tratamiento No. 1 fue superado de forma altamente significativa por el No. 5 y significativa por el resto de los tratamientos. Entre las variantes con riego no encontramos diferencias estadísticas.

Las toneladas de azúcar por hectárea por ser el parámetro que agrupa en sí el resultado de todos los demás componentes del rendimiento es el más importante.

En la Tabla No. 3 podemos apreciar como el orden de mérito en que aparecen los tratamientos coincide con el de las toneladas de caña por hectárea, lo cual nos permite comprobar que son las toneladas de caña por hectárea el indicador que mayor respuesta tiene al riego en nuestras condiciones, y esto coincide con lo obtenido por González (1982).

En este caso la variante No. 4 no superó estadísticamente a la variante No. 2 y sí presenta diferencia significativa con la variante No. 5 y altamente significativa con las variantes No. 3 y 1.

Los tratamientos No. 2, 5 y 3 no presentan diferencias entre sí y en cambio todos superan con diferencias altamente significativas al tratamiento No. 1. Estos a pesar de que la variante No. 4 recibió un riego menor que la variante No. 2.

Aunque en las primeras evaluaciones del ciclo se encontró diferencia en densidad de población por tratamientos ya al final esta había desaparecido, resultados que coinciden con los obtenidos por González (1982) y Pacheco et al. (1977), quienes plantean que los incrementos en rendimiento obtenidos mediante el riego no se deben al incremento del número de tallos por área.

No ocurre así en el crecimiento donde sí se observa una notable diferencia entre los tratamientos.

Tabla No. 3: COMPARACION ESTADISTICA ENTRE LOS PARAMETROS: ALTURA, % DE AZUCAR 96 Y TONELADAS DE CAÑA Y AZUCAR POR HECTAREA.

Tratamiento	X	Altura cm		% de azúcar 96°		
		Sig.		X̄	Sig.	
		5 %	1 %		5 %	1 %
1 Secano	178,2	e	e	14,795	e	bcd
2 80-80% de C.C.	238,6	abc	abc	15,713	abcd	abcd
3 70-70% de C.C.	214,4	d	d	15,815	ab	ab
4 80-70% de C.C.	242,8	a	a	15,788	abc	abc
5 70-80% de C.C.	239,2	ab	ab	15,905	a	a
C.V. %		10,49			2,91	
E.T.		4,67			0,227	

Tabla No. 3: COMPARACION ESTADISTICA ENTRE LOS PARAMETROS: ALTURA, % DE AZUCAR 96° y TONELADAS DE CAÑA Y AZUCAR POR HECTAREA. (CONTINUACION).

Parámetro	Altura cm				% de azúcar 96°				D.M.	%		
	Tratamiento	\bar{x}	Sig.		\bar{x}	Sig.						
			5 %	1 %		5 %	1 %					
1 Secano		46,32	e	e	6,887	e	e	5	100			
2 80-80% de C.C.		71,19	ab	ab	11,195	ab	ab	2	163			
3 70-70% de C.C.		61,69	cd	bcd	9,763	bcd	bcd	4	142			
4 80-70% de C.C.		76,47	a	a	12,056	a	a	1	175			
5 70-80% de C.C.		65,66	bc	abc	10,433	bc	abc	3	151			
C.V. %			9,16				9,33					
E.T.			2,95				0,470					

En primer lugar se destaca la diferencia entre aquellos regados y el testigo, que siempre mantuvo durante el ciclo una altura menor. Desde la primera evaluación realizada se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos regados y el testigo. Las variantes No. 2 y 4 fueron manteniendo la misma tendencia hasta la cosecha, mientras que los tratamientos No. 3 y 5 que habían marchado casi parejos -- hasta diciembre se separaron en éste, producto del riego que recibió éste último en diciembre.

La dinámica del crecimiento fue en general bastante parecida para todos los tratamientos, coincidiendo los mayores incrementos con las -- épocas de mayor consumo de agua.

El comportamiento del índice de área foliar resulta ser un buen indicador del estado vegetativo de la plantación. La tendencia de sus valores fue durante todo el ciclo muy parecida a la que mantuvieron los -- valores de evapotranspiración, fundamentalmente durante los meses de activo crecimiento.

Los tratamientos mejor abastecidos de agua, concentran los mayores % de raíces en los primeros 20-30 cm, mientras que al testigo de secano se le observa una tendencia a profundizar en un mayor % sus raíces, coincidiendo con lo planteado por Humbert (1965), quien señala que la extensión de las raíces en el subsuelo subyacente ocurre durante los períodos de seca. En general la distribución de raíces por horizontes coincide con lo señalado por Gutiérrez et al. (1982) quienes plantean para estos suelos y en caña de retoño que entre un 80 y 90% de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm del horizonte.

Evapotranspiración

Los resultados de los balances de humedad para cada tratamiento aparecen en la Tabla No. 4.

Se alcanzaron los mayores valores de Et en los meses de septiembre - octubre, lo cual se asemeja a los resultados obtenidos por Fonseca et al (1983) y Pacheco (1983).

Los valores promedios de Et obtenidos para el ahijamiento, gran pe-

Tabla No. 4: EVAPOTRANSPIRACION (mm/dia) y Kb POR TRATAMIENTOS.

Meses	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.
Evaporac	7,78	6,73	7,59	7,50	7,29	5,94
1 Et	0,38	1,61	2,75	2,50	2,35	3,20
1 Kb	0,05	0,30	0,36	0,33	0,32	0,54
2 Et	0,65	2,43	3,13	3,86	3,93	4,59
2 Kb	0,10	0,36	0,41	0,48	0,53	0,77
3 Et	0,80	2,00	3,01	3,35	3,65	4,25
3 Kb	0,10	0,30	0,40	0,45	0,50	0,72
4 Et	0,65	2,43	3,13	3,86	3,93	4,59
4 Kb	0,08	0,36	0,41	0,51	0,54	0,77
5 Et	1,00	2,00	3,01	3,35	3,65	4,25
5 Kb	0,13	0,30	0,40	0,45	0,50	0,72
Lluvia (mm)	58,00	95,40	34,50	65,1	66,7	112,7

Tabla No. 4: EVAPOTRANSPIRACION (mm/dia) Y Kb POR TRATAMIENTOS. (CONTINUACION).

Meses	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Feb.	Marzo	Totales promed.
Evaporac.	3,96	3,99	4,24	4,84	4,08	6,03	2 100,53
1 Et	3,10	2,60	1,40	1,60	1,70	2,15	771,51
	0,78	0,65	0,33	0,42	0,42	0,36	0,37
2 Et	4,13	2,79	2,00	1,75	2,21	2,73	1 037,02
	1,04	0,70	0,47	0,46	0,54	0,45	0,49
3 Et	4,38	3,00	1,88	1,65	1,80	2,20	974,61
	1,11	0,75	0,44	0,43	0,44	0,36	0,46
4 Et	4,13	2,79	1,88	2,80	2,30	2,80	1 044,93
	1,04	0,70	0,44	0,47	0,56	0,46	0,50
5 Et	4,38	3,00	2,00	1,69	1,90	2,40	994,57
	1,11	0,75	0,47	0,44	0,47	0,40	0,47
Lluvia (mm)	257,3	44,3	23,9	101,3	173,6	84,3	1 117,1

riodo y maduración (2,07; 4,13 y 2,51) en los tratamientos de mayor rendimiento son ligeramente superiores a los encontrados por Pacheco (1983) en el primer retoño, que fue un año más seco (2,04; 3,21 y 2,16) respectivamente.

Se presentan en la Tabla No. 4 los valores de Kb por tratamiento para cada mes del ciclo del cultivo.

Los mayores valores se alcanzaron en septiembre, octubre y noviembre, meses que coinciden con la etapa de máxima actividad vegetativa para esta cepa y buen suministro de humedad en el suelo.

Los valores tan bajos en la relación Et/Ev logrados en abril se deben además de encontrarse el cultivo en su primera etapa a los bajos niveles de humedad en el suelo y a los altos valores de evaporación que normalmente acompañan esta época del año.

Economía del agua

Se puede apreciar claramente en la Tabla No. 5 cómo a medida que aumenta el número de riegos disminuye la producción de caña y azúcar por milímetro de agua aplicada, lo que demuestra un uso más eficiente de la lluvia por parte de los tratamientos menos regados, aunque en términos absolutos producen menos. El total entre la lluvia aprovechable y los riegos fueron necesarios entre 13,66 y 16,66 mm de agua para producir una tonelada de caña y entre 86,64 y 119,98 mm para producir una de azúcar.

Fogliata (1974) señala que son necesarios entre 12,55 y 14,90 mm de agua para producir una tonelada de caña y entre 104,9 y 144,2 para obtener una de azúcar.

Relación Et, Ev y crecimiento

Un estudio de correlación entre evapotranspiración y evaporación evidenció resultados negativos. Esto se debe a que se trata de un retoño de abril que comienza su ciclo y con éste, el aumento de sus valores de Et cuando Ev está descendiendo por las particularidades propias del clima.

Encontramos correlación entre la elongación mensual y la Et mensual con un coeficiente de 0,80, lo cual se aproxima a lo hallado por Foglia-

ta (1977) quien encontró correlación de 0,92.

Posteriormente calculamos la ecuación de regresión que expresamos a continuación con la Et en función de la elongación:

$$y = -12,51048 + 11,31892 x$$

$$r = 0,80 **$$

Entre la Et acumulada y el crecimiento acumulado obtuvimos una correlación de 0,99. Fogliata (1977) obtuvo una correlación también de 0,99 - entre estos mismos parámetros.

La ecuación de regresión entre ambas variables para la Et en función del crecimiento es la siguiente:

$$y = 1,2113 + 2,5941 x$$

$$r = 0,99 **$$

CONCLUSIONES

- 1.- Las cañas de retoño, en las condiciones de la Costa Norte de Villa Clara necesitan entre 3 y 5 riegos en dependencia del año - climático, utilizando normas parciales de 580 a 860 m³/ha.
- 2.- La mejor variante resultó ser la que utiliza la combinación 80% de la C.C hasta los 5 meses y después con 70% de C.C hasta la cosecha.
- 3.- El periodo de mayor demanda de agua para los retoños de abril se extiende de junio a octubre.
- 4.- El riego no tiene influencia en la población (número de tallos - por área) de la caña de azúcar y las mayores diferencias en el rendimiento se deben sobre todo al crecimiento.
- 5.- Los suelos de la costa norte de Villa Clara retienen grandes - - cantidades de agua y mantienen las condiciones de sobresaturación durante un largo periodo de tiempo en comparación con otros suelos.
- 6.- Entre un 78% de las raíces para caña de secano y un 93% para caña de regadío se encuentran en los primeros 30 cm del perfil del

suelo.

- 7.- La evapotranspiración de los retoños bajo condiciones de riego en años normales para esta zona es de 1 044 mm anuales con valores de 2,07 mm/día en el ahijamiento, 4,13 mm/día durante el gran periodo y 2,51 mm/día en los meses posteriores. El Kb medio anual varió de 0,37 a 0,5 según el tratamiento.
- 8.- Existe una alta correlación en los retoños de abril entre la elongación mensual y la evapotranspiración diaria media mensual. También entre la evapotranspiración acumulada y el crecimiento acumulado. No se encuentra correlación entre la evapotranspiración y la evaporación mensual para este tipo de cepa.

REFERENCIAS

- ACOSTA, R., 1979. Comportamiento de tres variedades de caña de azúcar - con la aplicación de distintas normas de riego en los suelos - oscuros plásticos. Resúmenes. II Jornada Científica del Instituto de Investigación de la Caña de Azúcar.
- FOGLIATA, F., 1974. Sugar cane irrigation in Tucuman. Actas del XV Congreso del ISSCT. Durban, South Africa.
- FOGLIATA, F., 1975. Requerimientos de agua en Caña Planta. Microfilm. - Estación Experimental de la Caña V.C.
- PONSECA, J.; C. LAWE LAS Y G. CID, 1983. Irrigation response by sugar cane in two planting periods. Instituto de Investigaciones de - Riego y Drenaje. Habana, Cuba.
- GONZALEZ, R., 1982. Régimen de Riego de la caña. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Agrícolas, U. Central.
- GUTIERREZ, A.; I. GARCIA y L. VIDAL, 1982. Evaluación cuantitativa del - sistema radicular de la caña plantada en canteros y en el surco. La influencia en el rendimiento. Presentado al V Congreso Científico Técnico, ETJ.
- HARGREAVES, G., 1953. Irrigation of sugar cane as practiced in Haiti and suggestions for possible research and improved efficiencies. -

Actas del Congreso del ISSCT. Puerto Rico.

- HUMBERT, R., 1965. El cultivo de la caña de azúcar. Editora Universitaria. Instituto del Libro. Habana.
- LUNEV, V. y E. LLERENA, 1973. Algunos datos sobre el régimen de riego - Caña de Azúcar en suelos rojos ferralíticos. Serie Caña de - Azúcar. # 59 Academia de Ciencias de Cuba.
- LLERENA, E. y cols., 1977. Comportamiento de 3 variedades de caña en - riego y secano. Revista ATAC. Julio-agosto, p. 30-38.
- PACHECO, J.; A. GUTIERREZ y N. ALONSO, 1977. Respuesta de la caña de - azúcar a diferentes niveles de humedad en el suelo. Centro - Agrícola. Año 4, No. 1 enero-abril, p. 101-112.
- PACHECO, J.; N. ALONSO y A. GUTIERREZ, 1979. Respuesta al riego por la - caña de azúcar en suelos pesados de la costa norte de Villa - Clara. XII Conferencia de la ATAC. La Habana. Cuba.
- PACHECO, J., 1983. Referat. Tesis para el grado de Candidato a Doctor - en Ciencias Agrícolas. Sofia, Bulgaria.

Tabla No. 5: t DE CAÑA Y kg DE AZUCAR POR HECTAREA PRODUCIDOS POR MILIMETROS DE AGUA APLICADA Y SUS INCREMENTOS CON RESPECTO AL TESTIGO.

Tratam.	Caña t/ha/mm	azúcar kg/ha/mm	Incremento con respecto al testigo	
			caña t/ha/mm	azúcar kg/ha/mm
2	0,31	48,3	0,11	18,6
3	0,71	89,2	0,18	10,0
4	0,44	69,3	0,17	29,7
5	0,46	72,4	0,13	24,6

ABSTRACT

IRRIGATION REGIME IN SUGARCANE. II RATOON.

The experiment was carried out at "Jesús Menéndez" Sugarcane Research Station of Sagua La Grande, on a gleyed plastic dark vertisoil, using Ja. 60-5 var. planted in a Randomized block design with 4 replicates. Four irrigation regimes were compared to an upland culture check, the most remarkable being that irrigated at 80% field capacity for the first 5 months and subsequently at 70% F.C. Every treatment surpassed the check concerning cane t/ha, sugar % and sugar t/ha. Et values as well as the corresponding Kb were determined in a class "A" pan, close to the experimental area. Also, a study was performed on water economy, achieving a high correlation between Et and crop growth, either monthly or accumulative.

Manuscrito recibido el 6/1/84.