

Efecto de tres frecuencias de riego sobre el rendimiento de algodón en rama y sus componentes en cuatro cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) tipo upland

Effect of three irrigation frequencies on seed cotton yield and its components in four upland cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L.)

J.R. Méndez-Natera¹, R.S. Salazar-Brito¹, J.F. Merazo-Pinto¹,
J.A. Gil-Marín² y L. Khan-Prado²

¹Departamento de Agronomía y ²Departamento de Ingeniería Agrícola. Escuela de Ingeniería Agronómica. Núcleo Monagas. Universidad de Oriente. Avenida Universidad. *Campus* Los Guaritos. Maturín, 6201. Monagas, Venezuela.

Resumen

La presente investigación se realizó en el Sistema de Riego Santa Elena de las Piñas, Valle del Río Guarapiche, Maturín y su objetivo fue determinar el efecto de tres frecuencias de riego (FR) sobre el rendimiento de algodón en rama y caracteres de la bellota y la semilla en cuatro cultivares (C) de algodón. El ensayo se sembró en un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones, las FR (6, 9 y 12 días) se asignaron a las parcelas principales y los cuatro C de algodón (Cabuyare, Deltapine 16, Deltapine 61 y Acala 90-1) se asignaron a las subparcelas. Los promedios se compararon mediante la prueba de Duncan. El nivel estadístico usado fue el de 5% de probabilidad. El riego se aplicó mediante sifones de 50,8 mm. La evapotranspiración actual (ETA) se calculó mediante la fórmula: $ETA = dc/hf$, donde dc = lámina consumida y hf = número de días entre un muestreo y otro, mientras que el coeficiente K del cultivo se calculó mediante la fórmula: $K = ETA/ETP$, la ETP se calculó promediando los resultados de los métodos propuestos por Thorhwhaite, García-López y Blaney-Criddle. Se realizaron dos cosechas, la primera (PC) a los 107 días después de la siembra (DDS) y la segunda (SC) a los 123 DDS. No se encontraron diferencias significativas para las FR, los C ni para la interacción $FR * C$ para los siguientes

tes caracteres en la PC: rendimiento de fibra.ha⁻¹ (RFH) (365,2 kg.ha⁻¹), rendimiento de semilla.ha⁻¹ (RSH) (544,9 kg.ha⁻¹), rendimiento de algodón en rama.ha⁻¹ (RARH) (911,5 kg.ha⁻¹) y porcentaje de algodón en rama en la PC con relación a la producción total (56,42%), ni para RARH en la producción total (1565,3 kg.ha⁻¹). Para los RFH, RSH y RARH en la SC, el C más rendidor fue Deltapine 61 con 330,3; 497,5 y 824,0 kg.ha⁻¹, respectivamente, superando al C Deltapine 16, las FR no afectaron significativamente los rendimientos de algodón en rama. La ETA varió entre 0,39 y 3,20 mm.día⁻¹ para la FR de 6 días; entre 0,17 y 1,69 mm.día⁻¹ para la FR de 9 días y entre 0,11 y 0,84 mm.día⁻¹ para la FR de 12 días, mientras que el coeficiente K del cultivo varió entre 0,08 y 0,64 para la FR de 6 días; entre 0,03 y 0,36 para la FR de 9 días y entre 0,02 y 0,18 para la FR de 12 días. 1. En conclusión, el riego no afectó los rendimientos de fibra, semilla y algodón en rama.ha⁻¹ de la producción total y estos caracteres fueron similares para los tres cultivares, mientras que el cultivar más rendidor en la segunda cosecha fue Deltapine 61, se recomienda al cultivar Deltapine 61 y la frecuencia de riego de 12 días para la siembra del algodón bajo riego en la zona del bajo Guarapiche, estado Monagas.

Palabras clave: Algodón, *Gossypium hirsutum*, cultivares Cabuyare, Deltapine 16, Deltapine 61 y Acala 90-1, frecuencia de riego, rendimiento, Valle del Río Guarapiche.

Abstract

This research was carried out at Santa Elena de las Piñas Irrigation System, Guarapiche River Valley, Maturin, Venezuela, and its objective was to establish the effect of three irrigation frequencies (IF) on the seed cotton yield and the boll and seed characters in four cotton cultivars (C). Trial was sowed in a split-plot design with three replications, the IF (6, 9 and 12 days) were assigned to the main plots and the four C (Cabuyare, Deltapine 16, Deltapine 61 and Acala 90-1) were assigned to the subplots. Means were tested by Duncan multiple range test. The statistical level used was 5%. Irrigation was applied by siphons of 50.8 mm. Current evapotranspiration (ETA) was calculated by: $ETA = CD/HF$, where CD = consumed depth and HF = number of days among samplings, while the crop coefficient (K) was calculated by: $K = ETA/ETP$, the ETP was the mean of the methods proposed by Thorhwhaite, Garcia-López and Blaney-Criddle. Two harvests were accomplished, the first one (FH) at 107 days after sowing (DAS) and the second one (SH) at 123 DAS. There were not significant differences for IF, C and FR * C interaction for the following characters: lint yield.ha⁻¹ (LYH) in the FH (365.2 kg.ha⁻¹), seed yield.ha⁻¹ (SYH) in the FH (544.9 kg.ha⁻¹), seed cotton yield.ha⁻¹ (SCYH) in the FH (911.5 kg.ha⁻¹), SCYH in the total production (1.565,3 kg.ha⁻¹) and seed cotton percentage in the FH with relationship to total production (56.42%). For LYH, SYH and SCYH in the SH, the yielder C was Deltapine 61 with 330.3; 497.5 and 824.0 kg.ha⁻¹), respectively, outyield Deltapine 16. The IF did not affect significantly seed cotton yields. ETA varied between 0.39 and 3.20 mm.day⁻¹ for 6-day IF; between 0.17 and

1.69 mm.day⁻¹ for 9-day IF and between 0.11 and 0.84 mm/day for 12-day IF, while the K crop coefficient varied between 0.08 and 0.64 for 6-day IF; between 0.03 and 0.36 for 9-day IF and enter 0.02 and 0.18 for 12-day IF. In conclusion, irrigation did not affect fiber, seed and seed cotton yields of total production and these traits were similar among cultivars, while, Deltapine 61 yielded more than the other two cultivars in the second harvest: The use of Deltapine 61 and irrigation frequency of 12 days are recommended for cotton production under irrigation at Guarapiche area in Monagas state.

Key words: Cotton, *Gossypium hirsutum*, cultivars Cabuyare, Deltapine 16, Deltapine 61 and Acala 90-1, irrigation frequency, seed cotton yield, Valley of Guarapiche River.

Introducción

En el Oriente de Venezuela y particularmente en Monagas, la mayoría de los productores han dependido de la bondad de las lluvias en la época húmeda para la obtención de sus cosechas. Sin embargo, para una buena planificación agrícola deben realizarse aquellos estudios que permitan conocer los requerimientos de riego, necesarios para satisfacer la demanda de los cultivos en época de lluvias o en época seca, cuando la producción agrícola depende completamente del agua de riego.

En la época seca las condiciones climáticas son extremas: altas temperaturas, excesiva luminosidad, alta radiación, baja humedad relativa, fuertes vientos, ausencia de nubes, que aceleran la evaporación del agua de la superficie de las hojas y del suelo y contribuyen al agotamiento de la poca agua almacenada en el suelo, por lo que es determinante para la productividad de la zona controlar las prácticas de riego utilizadas y estudios para lograr el mejor provecho de este recurso que se hace cada día más limitante.

Los factores climáticos, edáficos

Introduction

At Venezuela, east region, particularly Monagas state, the most of producer have been depended on rainfall goodness in humid season for their crops obtention. However, for a good agricultural planning several studies have been accomplished for knowing the irrigation requirements need to satisfy crop demand at rainy or dry season when agricultural production completely depends on irrigation water.

At dry season, climatic conditions are extremes: high temperatures, excessive luminosity, high radiation, low relative moisture, and strong winds, clouds absence, which accelerate the water evaporation at the leaves surface and soil, and contribute to exhaustion of little storage water in soil. For region productivity, it is necessary to control the irrigation practices used and the carrying of studies required for achieving the best profit of this resource.

Climatic, soils and crop factors must be analyzed for determining the irrigation requirements of a crop in a specific region.

y de los cultivos mismos, deben analizarse para determinar los requerimientos de riego de un cultivo en una zona determinada, pues de ellos dependen las necesidades de riego.

La precipitación efectiva y el suelo son factores importantes en el almacenamiento del agua y su posterior aprovechamiento por las plantas. El algodón necesita de 500 a 700 mm de precipitación, de acuerdo al tipo de suelo, para su normal desarrollo en Venezuela (6). En Punjab, India, los requerimientos de agua de riego son de 400 mm para el algodón (2), mientras que en el Occidente del país, la cantidad de lluvia es suficiente para el desarrollo normal del algodón, cuyo requerimiento es de 600 a 650 mm durante el ciclo del cultivo (5).

Se han señalado incrementos en los rendimientos de algodón en rama utilizando el riego complementario en aquellas zonas de escasa precipitación, así como incrementos en la época de sequía con riegos. Se han realizado muchos trabajos para determinar las frecuencias de riego o el número de riegos a aplicar en el ciclo del cultivo del algodón. Shama y Sharabi (15), trabajaron con 10 cultivares de algodón en Siria aplicando 13, 10, 8 y 6 riegos y encontraron que la utilización de 10 riegos produjo el mayor número de bellotas.planta⁻¹ (15,4) y el más alto rendimiento de algodón en rama (5.246 kg.ha⁻¹). Gomaa *et al* (3), trabajando en Egipto con el cultivar Giza 75 con intervalos de riego de 14, 21 y 28 días, encontraron que el rendimiento de algodón en rama y la precocidad fueron mayores en los intervalos de aplicación de riego menores. De tal forma, se ha

The effective precipitation and soil are important factors in water storage and its use by plants, Cotton plant requires of 500 to 700 mm of rainfall according to soil type, for its normal development in Venezuela (6). In Punjab, India, the irrigation water requirements are of 400 mm for cotton (2), whereas in occident of our country, rainfall quantity is sufficient for normal development of cotton, with a requirement of 600 to 650 mm during crop cycle (5).

Increases on cotton yield have been reported by using the complementary irrigation in that zones of a little rainfall as increases in the dry season time with irrigations. A lot of researches have been conducted for establishing the irrigation frequencies or the irrigation number to be applied in cotton crop cycle. Shama and Sharabi (15) worked with 10 cotton cultivars in Siria by applying 13, 10, 8 and 6 irrigations and the found that the use of 10 irrigations produced the higher number of cotton boll.plant⁻¹ (15.4) and the more higher seed cotton yield (5.246 kg.ha⁻¹). Gomaa *et al* working at Egypt with Giza 75 cultivar with irrigation intervals of 14, 21 and 28 days, found that seed cotton yield and the precocity were higher at irrigation applying intervals lower. So, hypothesis has been proposed about optimum irrigation frequency determination would increase the cotton yield at Valle of Guarapiche River, Monagas state, Venezuela.

The purpose of this research was to establish the effect of irrigation intervals of 6, 9 and 12 days on the

formulado la hipótesis que la determinación de la frecuencia óptima de riego incrementaría los rendimientos de algodón en rama en el Valle del Río Guarapiche, en el estado Monagas, Venezuela.

Por lo antes expuesto y debido a la escasa información con relación al riego para este cultivo, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de intervalos de riego de 6, 9 y 12 días sobre el rendimiento de algodón en rama y sus componentes en los cultivares de algodón Cabuyare, Deltapine 61, Deltapine 16 y Acala 90-1.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el Sistema de Riego del Río Guarapiche, Sector Santa Elena de las Piñas ubicado a 2 km de la ciudad de Maturín, Edo. Monagas, localizado a 9° 45' 36" Latitud Norte y 63° 11' 23" Longitud Oeste y a 40 msnm. Se utilizaron los cultivares de algodón 'Cabuyare', 'Deltapine 61', 'Deltapine 16' y 'Acala 90-1'. La distancia entre plantas fue de 0,20 m y entre hileras de 0,70 m, con tres hileras de 5 m por tratamiento. El diseño estadístico utilizado fue el de parcelas divididas con tres repeticiones, ubicando las parcelas principales en las frecuencias de riego de 6, 9 y 12 días y en las subparcelas los cultivares de algodón. La siembra se realizó el 9 de marzo de 1995 para todos los cultivares, el número de días a 50% de floración ocurrió el 3 de mayo de 1995 para los cuatro cultivares y la primera cosecha se realizó el 24 de junio de 1995 y la segunda cosecha el

seed cotton yield and its components in cotton cultivars Cabuyare, Deltapine 61, Deltapine 16 and Acala 91-1.

Materials and methods

This essay was carried out at the Irrigation System of Guarapiche River, Santa Elena de las Piñas sector, located to 2 km of Maturin city, Monagas state, 9° 45' 36" North latitude and 63° 11' 23" West longitude and to 40 msnm. Cotton "Cabuyare", "Deltapine 61", "Deltapine 16" and "Acala 90-1" cultivars were used. Distance between plants was of 0.20 m and between rows was of 0.70 m with three rows of 5 m by treatment. Statistical design used was split plot with three replications, by locating the principal plots in the irrigation frequencies of 6, 9 and 12 days and the cotton cultivars in the sub plots. Sowing was made on March 9, 1995 for every cultivar, the days number to 50% flowering happened on May 03, 1995 for 4 cultivars. The first harvest was accomplished on June 24, 1995 and the second one, on July 10, 1995 for every cultivar.

Table 1 show the physical and chemical characteristics of soil in where the essay was carried out, determined in analysis made at the Soils and Water Laboratory of the Universidad de Oriente, Maturin city, Monagas state. Land preparation consisted of a plowing, three tandem disk harrow and a furrow pass. Fertilization was made in bands buried at a reason of 600 kg of 12-24-

10 de julio de 1995 para todos los cultivares. El cuadro 1 muestra las características químicas y físicas del suelo donde se llevó a cabo el experimento, determinadas en análisis realizados en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas (LABSAS) de la Universidad de Oriente, en Maturín, estado Monagas. La preparación del terreno consistió en un pase de arado, tres pases de rastra y un pase de surcado. La fertilización se realizó en bandas enterradas a razón de 600 kg de 12-24-12 CP.ha⁻¹, cinco días después de la siembra y el reabono se realizó en bandas enterradas a razón de 150 kg de urea.ha⁻¹ a los 40 días después de la siembra. El control de malezas se realizó en forma pre-emergente a las malezas y al cultivo con Dual a razón de 2 L.ha⁻¹. Además se practicaron dos limpiezas manuales, una a los 45 días y la otra a los 75 días después de la siembra.

El coeficiente K del cultivo se determinó mediante la ecuación $K=ETA/ETP$, donde: ETA: evapotranspiración real y ETP: evapotranspiración potencial, la ETA se calculó mediante la fórmula $ETA=dc/Hf$ donde dc: láminas consumidas y Hf: número de días entre un muestreo y otro (antes del riego y 48 horas después del riego anterior). La dc se calculó mediante la fórmula $dc=(Hf_2 - Hf_1)/100 * ra * Pr$, donde Hf_2 : Contenido de humedad 48 horas después del riego anterior; Hf_1 : contenido de humedad antes del riego; ra: densidad aparente del estrato y Pr: profundidad radical. La humedad del suelo se determinó por el método gravimétrico, recolectando muestras

12 C.ha⁻¹ five days after sowing and re manure was applied in bands buried at a reason of 150 kg of urea.ha⁻¹ at day 40 after sowing. Weed control was accomplished in a pre emergent way to the weeds and to crop with Dual at a reason of 2 L.ha⁻¹ besides, 2 manual cleanings were made, one at 45 days and the other one at 75 days after sowing.

K coefficient was determined trough equation $K=ETA/ETP$, in where, ETA=real evapotranspiration, and ETP=potential evapotranspiration. ETA was calculated through formula $ETA = CD/HF$ in where, CD: consumed depth and HF: days number between a sampling and other one (before irrigation and 48 hours after previous irrigation). CD was estimated by the formula $CD=(Hf_2 - Hf_1)/100 * ra * Pr$, in where f_2 : Moisture content after anterior irrigation; Hf_1 : Moisture content before irrigation; AD: stratum apparent density, and RD: radical deep. Soil moisture was determined by gravimetric method, by collecting successive samples before irrigation and 48 hours after it; soil moisture was calculated in each irrigation frequency for each repetition, it means, three repetitions by irrigation frequency. HF was estimated through the formula $HF=[(MSW - DSW)/DSW] * 100$, in where MSW: Moisture soil weight (g), DSW: Dry soil weight (g). Stratums were 0.20 cm, 20-40 cm and 40-60 cm deep. ETP was estimated by mean of Garcia-Lopez method; Thorhwaite and Blaney-Criddle (table 2). Table 3 shows the mean temperatures (°C), rainfall

Cuadro 1. Algunas características químicas y físicas del suelo donde se realizó el experimento con cuatro cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) evaluados en parcelas del Sistema de Riego "Santa Elena de las Piñas", del Río Guarapiche, Maturín, estado Monagas.

Table 1. Soil chemical and physical characteristics of soil in where the experiment was carried out with four cotton *Gossypium hirsutum* L.) cultivars evaluated in plots of Irrigation System "Santa Elena de las Piñas", Guarapiche river, Maturín, Monagas state.

Características	Estratos (cm)			Metodología 1/
	0-20	20-40	40-60	
pH	5,5	5,7	5,9	Potenciómetro (1:1)
Materia Orgánica (%)	1,56	1,12	0,78	Walkley-Black, colorímetro
P (mg.kg ⁻¹)	51,8	39,9	30,0	Bray N° 1, Azul, Mol Ac. Asc.
Al (cmol.kg ⁻¹ de suelo)	—	—	—	KCl, 1 N Titulación
Ca (cmol.kg ⁻¹ de suelo)	6,52	5,69	4,95	KCl, 1 N. Absorc. Atómica
Mg (cmol.kg ⁻¹ de suelo)	1,18	1,03	0,70	KCl, 1 N. Absorc. Atómica
K (cmol.kg ⁻¹ de suelo)	0,03	0,01	0,01	Bray N° 1, Absorc. Atómica
CICE (cmol.kg ⁻¹ de suelo)	7,73	6,73	5,66	Σ de Cationes (Ca, Al, Mg, K)
Saturación de AL (%)	—	—	—	(Al/CICE)*100
Saturación de Ca (%)	84,35	84,55	87,45	(Ca/CICE)*100
Saturación de Mg (%)	15,26	15,30	12,37	(Mg/CICE)*100
Saturación de K (%)	0,39	0,15	0,18	(K/CICE)*100
Textura	FAa	FAa	FAa	Bouyoucos
Contenido de arcilla (%)	23,2	21,2	21,2	Bouyoucos

1/Realizado en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas (LABSAS) de la Universidad de Oriente en Maturín, estado Monagas.

sucesivas antes del riego y 48 horas después de éste, la humedad del suelo se calculó en cada frecuencia de riego para cada repetición, es decir, tres repeticiones por frecuencia de riego. El H_f se calculó mediante la fórmula $H_f = [(PSH - PSS)/PSS] * 100$, donde PSH: Peso (g) de suelo húmedo, PSS: Peso (g) de suelo seco. Los estratos estuvieron comprendidos entre 0-20 cm; 20-40 cm y 40-60 cm de profundidad. La ETP se calculó promediando los métodos de García-López, Thorhwaite y Blaney-Criddle (cuadro 2). El cuadro 3 muestra las temperaturas medias (°C), la precipitación (mm) y la humedad relativa (%) registradas durante el desarrollo del ensayo.

Se realizaron cinco riegos de asiento (hasta los 19 días después de la siembra), de manera de establecer la población de los diferentes cultivares, luego se aplicaron las frecuencias de riego (20 días después de la siembra). La lámina de riego promedio aplicada fue de 366 mm, contando a partir del establecimiento del ensayo y en los cinco riegos de establecimiento se aplicaron 80 mm de agua aproximadamente, para un total de 440 mm de agua. En cada riego se aplicó una lámina promedio de 6 mm.día⁻¹, tomando en consideración las condiciones de la zona, como fueron tres frecuencias de riego, las láminas aplicadas fueron 36, 54 y 72 mm para las frecuencias de 6, 9 y 12 días, respectivamente, las mismas se calcularon mediante la siguiente fórmula: $D_n = FR * ETP$, donde D_n = Lámina neta aplicada, FR = Frecuencia de riego y ETP = Evapotranspiración potencial. Para la frecuencia de 6 días: $D_n = 6 * 6$ mm = 36 mm; para la frecuencia de 9

(mm) and relative moisture (%) registered during the essay development.

Five depth irrigations were made (until 19 days after sowing) by establishing population of different cultivars, after the irrigation frequencies (20 days after sowing). Mean irrigation depth (*) applied was of 366 mm, beginning with the essay establishment, and at 5 irrigation depth it were applied (until 19 days after sowing), such a way of establishing population of different cultivars, after it, irrigation frequencies were applied (20 days after sowing). Mean irrigation depth applied was of 366 mm of water and at the five establishing irrigations it were applied 80 mm of water approximately, for a total of 440 mm of water. Each of irrigation a mean depth of 6 mm.day⁻¹ was applied, taking into account the region conditions.

As were three irrigation frequencies, depths applied were 36, 54 and 72 mm for frequencies of 6, 9 and 12 days, respectively, and they were calculated through the following formula: $NDA = IF * ETP$, in where NDA = Net depth applied, IF = Irrigation frequency and ETP = Potential evapotranspiration. For frequency of 6 days: $NDA = 6 * 6$ mm = 36 mm; for the frequency of 9 days: $NDA = 9 * 6$ mm = 54 mm; and for frequency of 12 days: $NDA = 12 * 6$ mm = 72 mm. Irrigation was made through siphons of 50.8 mm and its hydraulic work charges were calibrated at a field level with a Ballofet. As Q caudal is known and Q

Cuadro 2. Evapotranspiración potencial (mm.día⁻¹) promedio mensual correspondiente al periodo de riego con cuatro cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) evaluados en parcelas del Sistema de Riego "Santa Elena de las Piñas", del Río Guarapiche, Maturín, estado Monagas.

Table 2. Potential evapotranspiration (mm.day⁻¹) mean monthly corresponding to irrigation time with four cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars evaluated in plots of Irrigation System "Santa Elena de las Piñas", Guarapiche river, Maturín, Monagas state.

Mes	Métodos			Promedio
	Thorhwaite	García y López	Blaney-Criddle	
Abril	4,75	5,95	4,35	5,02
Mayo	4,92	5,80	3,53	4,75
Total	9,67	11,45	7,88	9,77

días: $D_n = 9 * 6 \text{ mm} = 54 \text{ mm}$ y para la frecuencia de 12 días: $D_n = 12 * 6 \text{ mm} = 72 \text{ mm}$. El riego se realizó mediante sifones de 50,8 mm y las cargas hidráulicas de trabajo de las mismas fueron calibradas a nivel de campo con un Ballofet. Como se conoce el caudal Q y como $Q = V/T$, donde V = Volumen de agua aplicada y T = Tiempo de riego; el V se puede calcular mediante la ecuación: $V = A * D_n$, de allí que $T = V/Q$, obteniéndose así el tiempo de aplicación para cada frecuencia.

Se realizó el análisis de varianza convencional y las diferencias entre tratamientos se detectaron mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan. El nivel de significación fue 5%.

Resultados y discusión

Rendimientos de la Primera Cosecha a los 107 días después de la siembra.

= V/T , in where V = water applied volume and T = irrigation time; V can be estimated by the following equation: $V = A * NDA$, so that $T = V/Q$, by obtaining the application time for each frequency.

The conventional analysis of variance and the difference between treatments were detected by Multiple Ranks Test of Duncan. Significance level was 5%.

Results and discussion

First Harvest yield at 17 days after sowing:

There were no found significative differences for irrigation frequencies (IF), cultivars (C) nor for the interaction $FR * C$ for the following characters: fiber.ha⁻¹ yield, seed.ha⁻¹ yield, cotton seed.ha⁻¹ yield, and cotton seed percentage at first

Cuadro 3. Temperaturas medias, precipitación y humedad relativa registrada en el experimento con cuatro cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) evaluados en parcelas del Sistema de Riego "Santa Elena de las Piñas", del Río Guarapiche, Maturín, estado Monagas.

Table 3. Mean temperature, rainfall and relative moisture registered in the essay with four cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars evaluated in plots of Irrigation System "Santa Elena de las Piñas", Guarapiche river, Maturín, Monagas state.

Días	Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio		
	TM	P	HR	TM	P	HR	TM	P	HR	TM	P	HR	TM	P	HR
1				26,6	—	61	27,9	—	59	26,7	—	75	26,0	4,1	86
2				26,5	—	55	26,7	—	71	25,2	23,0	83	25,3	6,6	91
3				26,7	—	55	27,6	—	66	23,8	34,8	90	25,4	11,4	84
4				26,1	—	60	28,0	—	61	24,8	16,3	80	25,7	0,8	81
5				24,6	—	74	27,6	—	61	25,0	0,3	82	25,9	1,9	82
6				25,8	—	59	27,2	—	59	25,0	28,5	88	25,4	8,3	90
7				26,0	—	57	27,5	—	60	26,1	—	79	26,7	—	78
8				26,7	—	64	26,8	—	61	25,0	43,3	87	24,9	2,6	79
9	25,6	—	63	26,8	—	63	27,3	—	60	27,2	1,4	75	27,0	17,8	93
10	26,5	—	65	26,5	—	61	27,0	—	68	27,0	9,1	79	27,4	—	79
11	26,5	—	64	26,9	—	60	27,8	—	59	27,4	7,9	75			
12	26,2	—	65	27,8	—	60	26,5	—	60	27,4	4,1	77			
13	25,9	—	58	27,4	—	54	27,4	—	64	27,7	—	72			
14	25,5	—	64	26,9	—	62	27,3	—	65	28,1	—	69			
15	26,9	—	55	27,4	—	62	27,9	—	65	26,1	3,4	83			
16	26,7	—	55	27,6	—	65	27,0	—	67	25,6	10,0	90			
17	26,8	—	62	27,6	—	64	27,7	—	60	24,9	13,3	92			
18	26,9	0,3	63	27,1	—	62	27,3	—	67	25,6	3,1	92			

Cuadro 3. Temperaturas medias, precipitación y humedad relativa registradas en el experimento con cuatro cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) evaluados en parcelas del Sistema de Riego "Santa Elena de las Piñas", del Río Guarapiche, Maturín, estado Monagas (Continuación).

Table 3. Mean temperature, rainfall and relative moisture registered in the essay with four cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars evaluated in plots of Irrigation System "Santa Elena de las Piñas", Guarapiche river, Maturín, Monagas state (Continuation).

Días	Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio		
	TM	P	HR	TM	P	HR	TM	P	HR	TM	P	HR	TM	P	HR
19	26,8	—	68	27,4	—	61	26,2	—	64	25,1	12,0	92			
20	27,5	—	69	27,1	—	66	27,6	—	63	25,7	10,0	85			
21	27,9	—	69	26,9	—	68	27,8	—	62	27,2	0,1	77			
22	27,0	—	68	26,6	—	69	27,8	—	65	25,8	0,8	88			
23	27,5	—	63	26,9	—	67	28,1	—	67	27,4	0,4	76			
24	27,6	—	59	27,3	—	62	27,1	—	66	27,4	—	74			
25	27,3	—	63	27,4	—	62	27,4	—	65	27,9	—	69			
26	27,2	—	59	27,3	—	61	27,5	—	66	27,4	0,5	72			
27	26,8	—	60	27,6	—	61	28,2	—	61	27,1	1,0	77			
28	26,6	—	66	27,5	—	64	25,0	7,8	83	26,2	0,2	77			
29	26,9	—	61	27,9	—	62	24,0	0,5	89	25,5	0,4	90			
30	27,4	—	61	27,7	—	60	26,4	2,5	77	25,4	6,8	80			
31	26,9	—	58				25,5	—	84						
Total	616,9	0,3	1418	808,6	0,0	1961	841,1	10,8	2045	786,7	230,7	2425	259,7	53,5	843
Promedio	26,8		61,6	27,0		62,0	27,1		66,0	26,2		80,8	26,0		84,3
ADCC	616,9	0,3		1425,5	0,3		2266,6	11,1		3053,3	241,8		3313,0	295,3	

TM: Temperatura Media (°C) P: Precipitación (mm) HR: Humedad Relativa (%)

ADCC: Acumulado durante el ciclo del cultivo

Fuente: Estación Meteorológica de la Fuerza Aérea Venezolana, Maturín, estado Monagas

No se encontraron diferencias significativas para las frecuencias de riego (FR), cultivares (C) ni para la interacción FR * C para los siguientes caracteres: rendimiento de fibra.ha⁻¹; rendimiento de semilla.ha⁻¹; rendimiento de algodón en rama.ha⁻¹ y porcentaje de algodón en rama en la primera cosecha con relación a la producción total, los promedios para estos caracteres fueron: 365,2; 544,9 y 911,5 kg.ha⁻¹ y 56,42%, respectivamente. Para la primera cosecha las frecuencias de riego no afectaron estos caracteres.

Rendimientos de la Segunda Cosecha a los 123 días después de la siembra

De acuerdo a la prueba de Duncan (figura 1), el cultivar más rendidor para los caracteres rendimiento de fibra.ha⁻¹, rendimiento de semillas.ha⁻¹ y rendimiento de algodón en rama.ha⁻¹ fue la variedad Deltapine 61 con 330,3; 497,5 y 824,0 kg.ha⁻¹ respectivamente, superando al cultivar Deltapine 16, pero siendo similar estos valores a los de los cultivares Acala 90-1 y Cabuyare. Las frecuencias de riego tampoco afectaron los rendimientos de fibras, semillas y algodón en rama.ha⁻¹ en la segunda cosecha, tal como sucedió en la primera cosecha.

Producción total (primera cosecha + segunda cosecha)

No se encontraron diferencias significativas para las frecuencias de riego (FR), ni para los cultivares (C) ni para la interacción FR * C para los siguientes caracteres: rendimiento de fibra.ha⁻¹; rendimiento de semilla.ha⁻¹ y rendimiento de algodón en rama.ha⁻¹ para la producción total, los promedios para estos caracteres fueron: 615,0; 952,2 y

harvest in relation to the total production, mean values for these characters were: 365.2; 544.9 and 911.5 kg.ha⁻¹ and 56.42% respectively. For the first harvest the irrigation frequency did not affect these characters.

Second harvest yield at 123 days after sowing:

According to Duncan test (figure 1), cultivar more yielder for the characters fiber.ha⁻¹ yield., seed.ha⁻¹ yield, and cotton seed.ha⁻¹ yield., was Deltapine 61 variety with 330.3; 497.5 and 824.0 kg.ha⁻¹ respectively, by surpassing to Deltapine 16 cultivar, but being similar to Acala 90-1 and Cabuyare cultivars. Irrigation frequency did not affect fiber, seeds and cotton seeds.ha⁻¹ at second harvest, as happened at the first one.

Total production (first harvest + second harvest):

There were no found significative differences for irrigation frequencies (IF) neither for cultivars (C) nor for the interaction IF * C for the following characters: fiber.ha⁻¹ yield, seed.ha⁻¹ yield and cotton seed.ha⁻¹ yield for the total production mean values for these characters were: 615.0; 952.2 and 1565.3 kg.ha⁻¹ respectively. For the total production, irrigation frequencies did not affect these characters.

In this essay it was not found significative effect of irrigation frequencies (6, 9 and 12 days) at cotton seed, fiber and seeds. Different results were reported by Gomaa *et al.* (3), who worked at Egypt with cotton cultivar Giza 75 of specie *Gossypium barbadense* L. with irrigation intervals of 14, 21 and 28 days, they found that

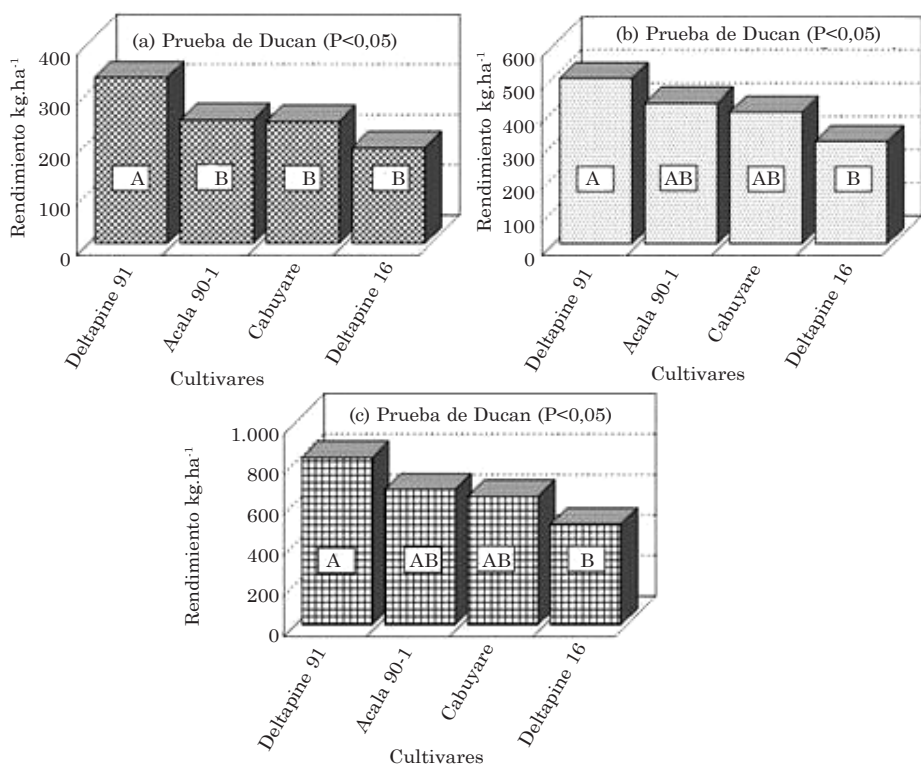


Figura 1. Promedios de rendimientos en la segunda cosecha de cuatro cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.). (a) Fibra, (b) Semilla y (c) Algodón en Rama. Letras iguales indican promedios estadísticamente iguales (Prueba de Duncan $P \leq 0,05$).

Figure 1. Yield means at second harvest of four cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars (a) Fiber, (b) Seed and (c) Cotton seed. Same letters shows statistically the same jeans (Duncan Test $P \leq 0.05$).

1565,3 kg.ha⁻¹, respectivamente. Para la producción total las frecuencias de riego no afectaron estos caracteres.

En este experimento no se encontró un efecto significativo de las frecuencias de riego (6, 9 y 12 días) en el rendimiento de algodón en rama, fibra y semillas. Resultados diferentes fueron reportados por Gomaa *et al.* (3), quienes trabajando en Egipto

cotton seed yield and precocity were higher at lower intervals of irrigation applying. These differences are caused by species used and by differences in relation to the irrigation intervals (6, 9 and 12 versus 14, 21 and 28 days) and to time between irrigation intervals (3 versus 7 days) that caused a higher dependence on water in essay carried out in Egypt.

con el cultivar de algodón Giza 75 de la especie *Gossypium barbadense* L., con intervalos de riego de 14, 21 y 28 días, encontraron que el rendimiento de algodón en rama y la precocidad fueron mayores en los menores intervalos de aplicación de riego. Estas diferencias pudieron deberse a las especies utilizadas y más probablemente a las diferencias en relación a los intervalos de riego (6, 9 y 12 *vs.* 14, 21 y 28 días) y al tiempo entre los intervalos de riegos (3 *vs.* 7 días) que causó una mayor dependencia de agua en el ensayo realizado en Egipto.

Los rendimientos de algodón en rama, semilla y fibra obtenidos en nuestro ensayo (1.565,3; 952,2 y 615,0 kg.ha⁻¹, respectivamente) son superiores a los reportados para otros ensayos bajo condiciones de secano. Jiménez-Serrano (8) trabajando con diez cultivares de algodón en la Sabana de Jusepín, estado Monagas, en época de norte (Agosto-Diciembre) con una precipitación total 854,4 mm, encontró rendimientos de algodón en rama, semilla y fibra entre 780,0-1492,8; 491,6-887,8 y 288,4- 605,0 kg.ha⁻¹, respectivamente. En ese ensayo los rendimientos de algodón en rama para los cultivares Deltapine 16, Cabuyare y Acala 90-1 fueron 1070,5; 992,2 y 972,2 kg.ha⁻¹, respectivamente, los rendimientos de semilla.ha⁻¹ fueron 675,5; 622,8 y 568,9 kg.ha⁻¹, respectivamente, y los de fibra fueron 395,0; 369,4 y 403,3 kg.ha⁻¹, respectivamente, sin diferencias significativas entre los tres cultivares para los tres caracteres del rendimiento. Por otra parte, Méndez-Natera (9), trabajó con ocho cultivares de algodón en la Sabana de Jusepín en época de norte

Cotton seed, seed and fiber yields obtained in our essay (1.565.3; 952.2 and 615.0 kg.ha⁻¹ respectively) are superiors to reported for another essays under dry conditions. Jimenez-Serrano (8) by working with 10 cotton cultivars at the Sabana de Jusepin, Monagas state, at cut time (August-December) with a total rainfall of 854.4 mm, found the following cotton seed, seed and fiber yields between 780.0 – 1492.8: 491.6 – 887.8 and 288.4 – 605.0 kg.ha⁻¹, respectively. In that essay cotton seed yields for Deltapine 16, Cabuyare and Acala 90-1 cultivars were 1070.5; 992.2 and 972.2 kg.ha⁻¹, respectively, and seed results were 675.5; 622.8 and 568.9 kg.ha⁻¹ respectively; and fiber yield results were 395.0; 369.4 and 403.3 kg.ha⁻¹ respectively, without significative differences among three cultivars for three yield characters. On the other way, Mendez-Natera (9) worked out with eight cotton cultivars at Sabana de Jusepin, at cut time (August-December) with a total rainfall of 543.8 mm, he found cotton seed, seed and fiber yields between 470.3 – 1075.2; 280.6 – 639.1 and 189.6 – 436.1 kg.ha⁻¹, respectively; whereas for cotton seed.ha⁻¹ yields for Deltapine 16, Deltapine 61, Cabuyare and Acala 9-1 cultivars were: 963.0; 746.9; 986.8 and 1075.2 kg.ha⁻¹, respectively; for seed yields.ha⁻¹ were 583.3; 450.0, 615.6 and 639.1 kg.ha⁻¹ respectively and fiber results were 379.7; 296.9; 371.2 and 436.1 kg.ha⁻¹ respectively, without statistically significative differences among four cultivars for three yields. These results are so different to ours.

Rondon-Mejias (14) working out

(Agosto-Diciembre) con una precipitación total de 543,8 mm, encontró rendimientos de algodón en rama, semilla y fibra entre 470,3-1075,2; 280,6-639,1 y 189,6-436,1 kg.ha⁻¹, respectivamente, mientras que los rendimientos de algodón en rama para los cultivares Deltapine 16, Deltapine 61, Cabuyare y Acala 90-1 fueron 963,0; 746,9; 986,8 y 1075,2 kg.ha⁻¹, respectivamente, para los rendimientos de semilla.ha⁻¹ fueron 583,3; 450,0; 615,6 y 639,1 kg.ha⁻¹, respectivamente y los de fibra fueron 379,7; 296,9; 371,2 y 436,1 kg.ha⁻¹, respectivamente, sin diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro cultivares para los tres rendimientos. Los rendimientos obtenidos en ese ensayo están muy por debajo a los obtenidos en nuestro ensayo para estos mismos cultivares.

Rondón-Mejías (14), trabajando con seis cultivares de algodón y sus quince híbridos en Jusepín, estado Monagas en época de lluvias (Abril-Agosto) con una precipitación total 808,2 mm, encontró rendimientos de algodón en rama, semilla y fibra entre 936,2-2340,7; 585,9-1527,8 y 326,5 kg.ha⁻¹, respectivamente, siendo los mayores rendimientos para el híbrido Cabuyare x Stoneville, mientras que los rendimientos de algodón en rama para los cultivares Deltapine 16, Cabuyare y Acala 90-1 fueron 1093,5; 1481,6 y 1613,7 kg.ha⁻¹, respectivamente, para los rendimientos de semilla.ha⁻¹ fueron 706,0; 960,7 y 969,8 kg.ha⁻¹, respectivamente y los de fibra fueron 387,4; 520,9 y 667,9 kg.ha⁻¹, respectivamente, los rendimientos de algodón en rama, semillas y fibra (1565,3; 952,2 y 615,0 kg.ha⁻¹,

with six cotton cultivars and its fifteen hybrids at Jusepín, Monagas state, at rainy time (April-August) with a total rainfall of 808.2 mm, found cotton seed, seed and fiber yields between 936.2 – 2340.7; 585.9 – 1527.8 and 326.5 kg.ha⁻¹, respectively, being the higher yields for hybrid Cabuyare x Stoneville, whereas cotton seed yields for Deltapine 16, Cabuyare and Acala 90-1 cultivars were 1093.5; 1481.6 and 1613.7 kg.ha⁻¹, respectively. For seed.ha⁻¹ yields were 706.0, 960.7 and 969.8 kg.ha⁻¹, respectively. Fiber/h yields were 387.4; 520.9 and 667.9 kg.ha⁻¹ respectively. Cotton seed, seeds and fiber yields (1565.3; 952.2 and 615.0 kg.ha⁻¹, respectively) were similar to those obtained in our study for Cabuyare and Acala 90-1 cultivar, and for Deltapine 16 cultivar was different. All results suggest some similarity in relation to cotton seed yields, seeds and fiber among four cultivars, in irrigation as in dry conditions.

On the other hand, similarity between results for three yields (cotton seed, seeds and fiber) of our essay in comparison to Jimenez-Serrano and Rondón-Mejías and the superior yields in comparison to Méndez-Natera studies, could be occasioned by rainfall factor; in Jimenez-Serrano and Rondón-Mejías, total rainfall was 854.4 and 808.2 mm respectively, whereas in Méndez-Natera essay, rainfall was 543.8 mm. Hernández (5) said that cotton requires of 600 mm of water during crop cycle.

K coefficient of crop and real evapotranspiration (mm.day⁻¹):

In tables 4, 5 and 6 moisture

respectivamente) fueron muy similares a los obtenidos en nuestro ensayo para los cultivares Cabuyare y Acala 90-1, no así para el cultivar Deltapine 16. Todos estos resultados sugieren cierta similitud en cuanto a los rendimientos de algodón en rama, semillas y fibra entre los cuatro cultivares, tanto en condiciones de riego como de secano. Por otra parte, la similitud entre los resultados para los tres rendimientos (algodón en rama, semillas y fibra) de nuestro ensayo con los de Jiménez-Serrano y Rondón-Mejías y los rendimientos superiores a los de Méndez-Natera, pudieron deberse al factor precipitación; en los ensayos de Jiménez-Serrano y Rondón-Mejías, la precipitación total fue 854,4 y 808,2 respectivamente, mientras que en el ensayo de Méndez-Natera, la precipitación fue de 543,8 mm. Al respecto, Hernández (5) indicó que el algodón requiere unos 600 mm de agua durante el ciclo del cultivo

Coefficiente K del Cultivo y Evapotranspiración (mm.día^{-1}) Real

En los cuadros 4, 5 y 6 se muestran los valores de humedad antes y 48 horas después del riego, la lámina almacenada, la lámina consumida entre riegos, la evapotranspiración real, la evapotranspiración potencial, el coeficiente K del cultivo y la edad del cultivo desde la siembra hasta la fecha de la evaluación para las frecuencias de riego de 6, 9 y 12 días respectivamente.

El coeficiente K del cultivo varió entre 0,08 y 0,64; entre 0,03 y 0,36 y entre 0,02 y 0,18 para las frecuencias de riego de 6, 9 y 12 días, respectivamente (cuadros 4, 5 y 6). Estos resultados indican que los valores de

values are shown before and 48 hours after irrigation, the storage depth, consumed depth between irrigations, the real evapotranspiration, the potential evapotranspiration, K coefficient of crop, and crop age from sowing to evaluation date for irrigation frequencies of 6, 9 and 12 days respectively.

K coefficient of crop varied between 0.08 and 0.64, between 0.03 and 0.36 and between 0.02 and 0.18 for irrigation frequencies of 6, 9 and 12 days respectively (tables 4, 5 and 6). This results shows that K values are lower as the same time as irrigation frequencies are enlarged from 6 to 12 days. Figure 2 shows the regression analysis of K coefficient in function of the crop age for three irrigation frequencies; model more adjusted was of quadratic type and the maximum value of K was observed at 52, 52 and 49 days after sowing (0.43; 0.24 and 0.16, respectively) for irrigation frequencies of 6, 9 and 12 days, respectively. In the figure 2 is observed that K coefficient of four cotton cultivars in three irrigation frequencies is increased to reaching a maximum between 49 and 52 days, depending on irrigation frequency, for diminishing after around 73 days (end of evaluation of K coefficient). Mitchell (11) pointed out that K coefficient of crop is an established relationship between the use of real and potential water during the crop cycle and the curve shape is typical for the majority of crops: an initial stage as crop begins to develop, by reaching a limit when crop canopy increase, followed by a decreasing on the last stage as the

Cuadro 4. Valores de humedad del suelo, lámina almacenada (Da), lámina consumida entre riegos (Dc), evapotranspiración real (ETA), evapotranspiración potencial (ETP), coeficiente del cultivo (k) y edad del cultivo para la frecuencia de riego de 6 días en el ensayo con cuatro cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) evaluados en parcelas del Sistema de Riego "Santa Elena de las Piñas", del Río Guarapiche, Maturín, estado Monagas.

Table 4. Soil moisture values, storage depth (SD), consumed between irrigations depth (CID), real evapotranspiration (ETA), potential evapotranspiration (ETP), crop coefficient (k) and crop age for frequency of 6 days in the essay with four cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars evaluated in plots of Irrigation System "Santa Elena de las Piñas", Guarapiche river, Maturín, Monagas state.

Riegos	Profund. (cm)	HI (%)	HF (%)	Da (mm)	Dc (mm)	ETA (mm/día)	ETP (mm/día)	K	Edad (días)
1	0-20	10,3	11,28	0,35	0,56				
	20-40	39,5	13,09	1,33	2,38	0,79	5,02	0,16	25
	40-60	48,04	9,72	0,58	0,21				
2	0-20	9,75	14,54	1,75	0,96				
	20-40	6,73	13,80	2,64	0,50	0,39	5,02	0,08	31
	40-60	5,98	12,32	2,21	0,09				
3	0-20	11,91	12,10	0,07	0,96				
	20-40	12,45	22,77	3,86	5,78	2,38	5,02	0,47	37
	40-60	11,78	18,36	2,29	2,79				
4	0-20	9,49	12,05	0,94	0,29				
	20-40	7,32	17,21	3,70	1,55	0,51	5,02	0,10	43
	40-60	7,85	12,33	1,56	0,20				
5	0-20	11,27	23,59	4,51	4,44				
	20-40	13,06	18,90	2,18	4,00	3,20	5,02	0,64	49
	40-60	11,76	19,71	2,77	4,37				

HI: Humedad del suelo antes del riego; HF: Humedad del suelo 48 horas después del riego
Edad: Edad del cultivo desde la siembra hasta la fecha de la evaluación

Cuadro 4. Valores de humedad del suelo, lámina almacenada (Da), lámina consumida entre riegos (Dc), evapotranspiración real (ETA), evapotranspiración potencial (ETP), coeficiente del cultivo (k) y edad del cultivo para la frecuencia de riego de 6 días en el ensayo con cuatro cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) evaluados en parcelas del Sistema de Riego "Santa Elena de las Piñas", del Río Guarapiche, Maturín, estado Monagas (Continuación).

Table 4. Soil moisture values, storage depth (SD), consumed between irrigations depth (CID), real evapotranspiration (ETA), potential evapotranspiration (ETP), crop coefficient (k) and crop age for frequency of 6 days in the essay with four cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars evaluated in plots of Irrigation System "Santa Elena de las Piñas", Guarapiche river, Maturín, Monagas state (Continuation).

Riegos	Profund. (cm)	HI (%)	HF (%)	Da (mm)	Dc (mm)	ETA (mm/día)	ETP (mm/día)	K	Edad (días)
6	0-20	11,45	17,73	2,30	4,23				
	20-40	8,20	16,58	3,13	3,44	2,74	4,75	0,58	55
	40-60	7,16	16,50	3,25	3,28				
7	0-20	6,18	10,85	1,71	1,6				
	20-40	7,38	9,38	0,75	1,19	0,78	4,75	0,16	61
	40-60	7,08	8,57	0,52	0,32				
8	0-20	6,45	15,02	3,14	2,39				
	20-40	6,20	13,37	2,68	2,29	1,75	4,75	0,37	67
	40-60	7,66	13,22	1,93	2,31				
9	0-20	8,50	9,17	0,25	2,16				
	20-40	7,26	9,42	0,81	1,88	1,16	4,75	0,24	73
	40-60	6,59	7,39	0,28	0,58				
10	0-20	3,26	5,15	0,69					
	20-40	4,38	6,81	0,90					
	40-60	5,73	6,42	0,24					76
Total acumulado durante el periodo de riego					53,32	13,70	44,10	2,80	

HI: Humedad del suelo antes del riego; HF: Humedad del suelo 48 horas después del riego
 Edad: Edad del cultivo desde la siembra hasta la fecha de la evaluación

Cuadro 5. Valores de humedad del suelo, lámina almacenada (Da), lámina consumida entre riegos (Dc), evapotranspiración real (ETA), evapotranspiración potencial (ETP), coeficiente del cultivo (k) y edad del cultivo para la frecuencia de riego de 9 días en el ensayo con cuatro cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) evaluados en parcelas del Sistema de Riego "Santa Elena de las Piñas", del Río Guarapiche, Maturín, estado Monagas.

Table 5. Soil moisture values, storage depth (Da), consumed between irrigations depth (Dc), real evapotranspiration (ETA), potential evapotranspiration (ETP), crop coefficient (k) and crop age for irrigation frequency of 9 days in the essay with four cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars evaluated in plots of Irrigation System "Santa Elena de las Piñas", Guarapiche river, Maturín, Monagas state.

Riegos	Profund. (cm)	HI (%)	HF (%)	Da (mm)	Dc (mm)	ETA (mm/día)	ETP (mm/día)	K	Edad (días)
1	0-20	10,34	12,00	0,61	0,64				
	20-40	9,54	13,50	1,48	0,34	0,17	5,02	0,03	25
	40-60	48,04	10,72	0,58	0,20				
2	0-20	10,24	16,06	2,13	1,56				
	20-40	12,59	15,80	1,20	3,27	0,79	5,02	0,16	34
	40-60	7,96	10,00	0,71	0,83				
3	0-20	11,79	17,49	2,09	1,91				
	20-40	7,05	21,41	5,37	2,70	0,71	5,02	0,14	43
	40-60	6,85	12,62	2,01	0,36				
4	0-20	12,28	14,39	0,77	3,30				
	20-40	14,20	16,23	0,76	3,85	1,69	4,75	0,36	52
	40-60	11,59	20,42	3,07	4,71				

HI: Humedad del suelo antes del riego; HF: Humedad del suelo 48 horas después del riego
Edad: Edad del cultivo desde la siembra hasta la fecha de la evaluación

Cuadro 5. Valores de humedad del suelo, lámina almacenada (Da), lámina consumida entre riegos (Dc), evapotranspiración real (ETA), evapotranspiración potencial (ETP), coeficiente del cultivo (k) y edad del cultivo para la frecuencia de riego de 9 días en el ensayo con cuatro cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) evaluados en parcelas del Sistema de Riego "Santa Elena de las Piñas", del Río Guarapiche, Maturín, estado Monagas (Continuación) .

Table 5. Soil moisture values, storage depth (Da), consumed between irrigations depth (Dc), real evapotranspiration (ETA), potential evapotranspiration (ETP), crop coefficient (k) and crop age for irrigation frequency of 9 days in the essay with four cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars evaluated in plots of Irrigation System "Santa Elena de las Piñas", Guarapiche river, Maturín, Monagas state (Continuation).

Riegos	Profund. (cm)	HI (%)	HF (%)	Da (mm)	Dc (mm)	ETA (mm/día)	ETP (mm/día)	K	Edad (días)
5	0-20	5,38	16,67	4,13	2,03				
	20-40	5,94	14,75	3,29	1,94	0,69	4,75	0,15	61
	40-60	6,88	8,80	0,67	0,87				
6	0-20	11,11	13,69	0,94	3,27				
	20-40	9,56	10,28	0,27	1,35	0,71	4,75	0,15	70
	40-60	6,29	8,70	0,84	0,35				
7	0-20	4,76	5,96	0,44					
	20-40	6,67	7,99	0,49					
	40-60	7,69	8,88	0,41					79
Total acumulado durante el periodo de riego									
				32,26	33,48	4,76	29,31	0,99	

HI: Humedad del suelo antes del riego; HF: Humedad del suelo 48 horas después del riego
Edad: Edad del cultivo desde la siembra hasta la fecha de la evaluación

Cuadro 6. Valores de humedad del suelo, lámina almacenada (Da), lámina consumida entre riegos (Dc), evapotranspiración real (ETA), evapotranspiración potencial (ETP), coeficiente del cultivo (k) y edad del cultivo para la frecuencia de riego de 12 días en el ensayo con cuatro cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) evaluados en parcelas del Sistema de Riego "Santa Elena de las Piñas", del Río Guarapiche, Maturín, estado Monagas.

Table 6. Soil moisture values, storage depth (Da), consumed between irrigations depth (Dc), real evapotranspiration (ETA), potential evapotranspiration (ETP), crop coefficient (k) and crop age for irrigation frequency of 12 days in the essay with four cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars evaluated in plots of Irrigation System "Santa Elena de las Piñas", Guarapiche river, Maturín, Monagas state.

Riegos	Profund. (cm)	HI (%)	HF (%)	Da (mm)	Dc (mm)	ETA (mm/día)	ETP (mm/día)	K	Edad (días)
1	0-20	10,34	12,01	0,61	0,12				
	20-40	10,0	13,15	1,18	0,87	0,11	5,02	0,02	25
	40-60	07,89	9,75	0,65	0,11				
2	0-20	11,68	15,82	1,52	1,43				
	20-40	10,82	13,65	1,06	0,46	0,52	5,02	0,10	37
	40-60	9,07	18,50	3,28	3,24				
3	0-20	11,91	13,59	0,61	2,23	0,84	4,75	0,18	49
	20-40	12,41	14,26	0,69	2,89				
	40-60	9,19	15,78	2,29	3,32				
4	0-20	7,50	10,65	1,15	2,17				
	20-40	6,52	9,72	1,17	2,33	0,53	4,75	0,11	61
	40-60	6,24	8,10	0,68	0,83				
5	0-20	4,73	8,05	1,22					
	20-40	3,48	8,40	1,84					
	40-60	5,72	5,72	0,39					73
Total acumulado durante el periodo de riego					18,34	20,02	2,00	19,54	0,41

HI: Humedad del suelo antes del riego; HF: Humedad del suelo 48 horas después del riego
Edad: Edad del cultivo desde la siembra hasta la fecha de la evaluación

K son menores en la medida en que se alargan las frecuencias de riego de 6 a 12 días. La figura 2 muestra el análisis de regresión del coeficiente K en función de la edad del cultivo para las tres frecuencias de riego; el modelo que más se ajustó fue de tipo cuadrático y el valor máximo de K se presentó a los 52, 52 y 49 días después de la siembra (0,43; 0,24 y 0,16, respectivamente) para las frecuencias de riego 6, 9 y 12 días, respectivamente. Se observa en la figura 2 que el coeficiente K de los cuatro cultivares de algodón en las tres frecuencias de riego se incrementa hasta alcanzar un máximo entre 49 y 52 días dependiendo de la frecuencia de riego, para luego disminuir hasta alrededor de los 73 días (final de la evaluación del coeficiente K). Al respecto Mitchell (11), indicó que el coeficiente K del cultivo es una relación establecida entre el uso del agua real y potencial durante el ciclo del cultivo y la forma de la curva es típica para la mayoría de los cultivos: una etapa inicial a medida que el cultivo comienza a desarrollarse, alcanzando un tope a medida que el dosel del cultivo se incrementa, seguido por una disminución en la última etapa a medida que la planta cambia su energía del crecimiento para la producción de semillas. Harris (4), señaló que el coeficiente K del cultivo integra el efecto de las características que distinguen un cultivo de campo típico de la gramínea de referencia, la cual tiene una apariencia constante y una cubierta terrestre completa, así diferentes cultivos tienen diferentes coeficientes K y también este cambia a lo largo de la época de

same time as plant change its growing energy for seeds production. Harris (4) said that K coefficient of crop joint the characteristics effect that distinguishes a field typical crop of referential gramineae, which have a constant appearance and a complete terrestrial cover, so different crops have different K coefficients and also this situation changes at growing time with changes on the crop development and changes that affect the soil evaporation.

Allen *et al.* (1) showed that differences on soil evaporation and crop transpiration between field crops and the reference surface are integrated inside K coefficient and this for complete cover crops reflects the transpiration differences, because the evaporation of soil contribution is little after a rainfall or irrigation. Evaporation effect is predominant when crop is a little one and rarely gives shadow to the soil, for such a small cover conditions. K coefficient of crop is determined principally by frequency in which the soil surface is humid. In where soil is humid during most of irrigation or rainfall time, evaporation from soil surface will be considerable and K coefficient can exceed to 1. On the other hand, in where soil surface is dry, evaporation is restricted and K coefficient will be little and could diminish as 0.1.

Allen *et al.* (1) said that K coefficient for cotton was: 0.35 at initial stage; 1.15-1.20 at intermediate stage and 0.70-0.50 at final stage, with a crop height between 1.2 to 1.5 m. According to them, length of this growing stages

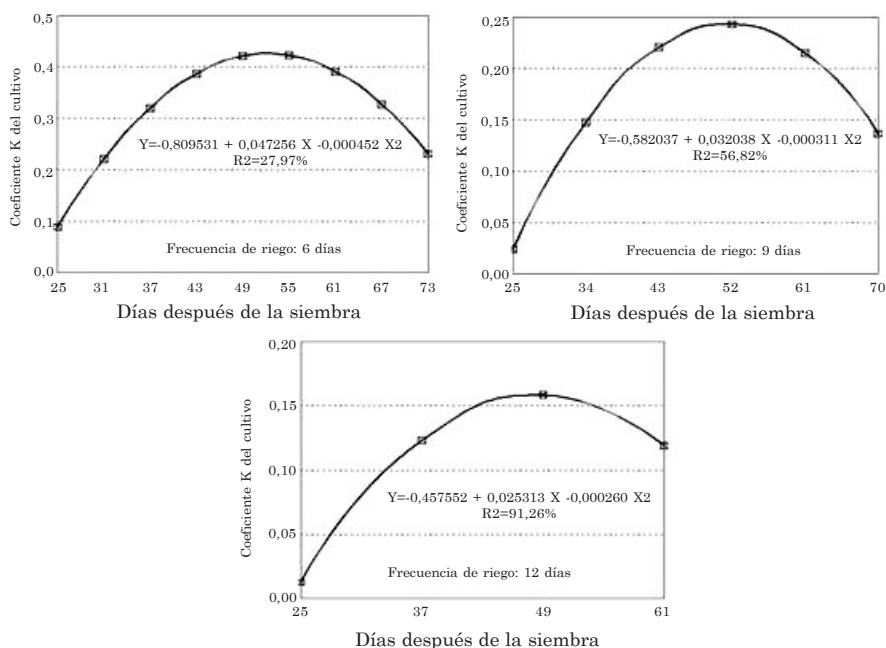


Figura 2. Regresión del Coeficiente K del cultivo para el algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en función de la edad del cultivo (días) para las frecuencias de riego de 6, 9 y 12 días aplicadas en el Sistema de Riego "Santa Elena de las Piñas" del Valle del Río Guarapiche, Maturín, estado Monagas, Venezuela.

Figure 2. K coefficient regression of crop for cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in function of crop age (days) for irrigation frequencies of 6, 9 and 12 days applies in the Irrigation System "Santa Elena de las Piñas" Guarapiche river, Maturin, Monagas state, Venezuela.

crecimiento con cambios en el desarrollo del cultivo y con cambios que afectan la evaporación del suelo.

Allen *et al.* (1), indicaron que las diferencias en la evaporación del suelo y la transpiración del cultivo entre los cultivos de campo y la superficie de referencia están integradas dentro del coeficiente K y éste para cultivos con cobertura completa, refleja principalmente las diferencias en la transpiración, debido a que la contribución

were: a) 30, 110 and 55 days, respectively, for a total of 195 days sowed in March-May at Egypt, Pakistan and California (United States); b) 45, 135 and 45 days, respectively, for a total of 225 days sowed in March at California desert (United States); c) 30, 110 and 55 days, respectively, for a total of 195 days sowed in September at Yemen and d) 30, 110 and 45 days respectively, for a total of 185 days

de la evaporación del suelo es relativamente pequeña, después de una lluvia o riego. El efecto de la evaporación es predominante cuando el cultivo es pequeño y escasamente sombrea al suelo, para tales condiciones de poca cobertura, el coeficiente K del cultivo es determinado mayormente por la frecuencia con la cual la superficie del suelo está húmeda. Donde el suelo está húmedo durante la mayoría del tiempo de riego o lluvias, la evaporación desde la superficie del suelo será considerable y el coeficiente K puede exceder a 1. Por otra parte, donde la superficie del suelo está seca, la evaporación está restringida y el coeficiente K será pequeño y puede aún caer tan bajo como 0,1.

Allen *et al.* (1), indicaron que para el algodón los coeficientes K fueron: 0,35 en la etapa inicial; 1,15-1,20 en la etapa intermedia y 0,70-0,50 en la etapa final, con una altura del cultivo entre 1,2 a 1,5 m. Según estos autores, la longitud de estas etapas de crecimiento fueron: a) 30, 110 y 55 días, respectivamente, para un total de 195 días sembrados en marzo-mayo en Egipto, Pakistán y California (Estados Unidos); b) 45, 135 y 45 días, respectivamente, para un total de 225 días sembrados en marzo en el Desierto de California (Estados Unidos); c) 30, 110 y 55 días, respectivamente, para un total de 195 días sembrados en septiembre en Yemen y d) 30, 110 y 45 días, respectivamente, para un total de 185 días sembrados en abril en Texas (Estados Unidos).

El coeficiente K obtenido en nuestro ensayo para la etapa inicial del cultivo en las tres frecuencias de

sowed in April at Texas (United States).

K coefficient obtained in our essay for the initial stage of crop in three irrigation frequencies was inferior to valor 0.35 gave by Allen *et al.* (tables 4, 5 and 6). The initial stage had 43 duration days for frequencies of 6 and 9 days, with a mean K value of 0.20 and 0.11, respectively, and it had 37 duration days apparently for the longest frequency, with a mean value of 0.06 only. For the intermediate and final stages, the values obtained were clearly inferiors to those reported by Allen *et al.* (1) because they corresponds to 0.61 and 0.26, respectively, for the 6 days frequency 0.36 and 0.15, respectively, for 9 days frequency, and 0.18 and 0.11, respectively, for 12 days frequency. These results suggest that the lack of significative differences for cultivars, irrigation frequencies, and the interaction cultivars x irrigation frequency was occasioned because in all cases, K values were relatively lower by suggesting that in water use, the evaporation was predominating over the transpiration because of the plant height had a mean general of 85.5 cm, a low value in comparison to reported by Allen *et al.* (1.2 to 1.5 M) by showing that crop had a low water demand (little foliar area) and thereby, the transpiration and as a consequence, the K coefficient of crop. Additionally, the cultivar cycle in our essay was of 123 days whereas the cycle reported by Allen *et al.* was between 180 and 225 days. Results different to ours were also reported in relation to the K coefficient of crop,

riego fue inferior al valor 0,35 dado por Allen *et al.* (cuadros 4, 5 y 6). La etapa inicial duró 43 días para las frecuencias de 6 y 9 días, con un valor K promedio de 0,20 y 0,11, respectivamente, y tuvo aparentemente una duración de 37 días para la frecuencia más larga, con un valor promedio de sólo 0,06. También para las etapas intermedia y final, los valores obtenidos en esta experiencia fueron claramente inferiores a los reportados por Allen *et al.* (1), debido a que corresponden a 0,61 y 0,26, respectivamente, para la frecuencia de 6 días, 0,36 y 0,15, respectivamente, para la frecuencia de 9 días y 0,18 y 0,11, respectivamente para la frecuencia de 12 días. Estos resultados sugieren que la falta de diferencias significativas para los cultivares, frecuencias de riego y la interacción cultivares x frecuencia de riego se debió probablemente a que en todos los casos los valores de K fueron relativamente bajos, sugiriendo que en el uso del agua predominó la evaporación sobre la transpiración debido a que la altura de la planta tuvo un promedio general de 85,5 cm (10), valor muy por debajo a los reportados por Allen *et al.* de 1,2 a 1,5 m, indicando que el cultivo fue menos demandante en agua (menor área foliar) y por lo tanto menor fue la transpiración y en consecuencia menor fue el coeficiente K del cultivo. Adicionalmente, el ciclo de los cultivares en nuestro ensayo fue de 123 días mientras el reportado por Allen *et al.* estuvo entre 180 y 225 días. Resultados diferentes a los obtenidos en nuestro ensayo en cuanto al coeficiente K del cultivo, también

also were established by ITC (7), with crop coefficients for cotton at High Plain of Texas of 0.07; 0.22; 0.44; 1.10; 1.10; 0.83, 0.44; 0.44 and 0.10 for the sowing development, first square, first flower, flowering maximum, first cotton boll open, 25% of cotton bolls open, 50% of cotton bolls open, 95% of cotton bolls open and harvesting stages. These results shows the importance of determining the K coefficient of crop for the specific conditions of each area in particular, taking into account the soil type, climatic variables, irrigation frequencies and cultivars used.

On the other hand, the real evapotranspiration varied between 0.39 and 3.20; between 0.17 and 1.69 and between 0.11 and 0.84 mm.day⁻¹ for irrigation frequencies of 6, 9 and 12 days, respectively (tables 4, 5 and 6). Values so low in comparison to Porter (12) in four locations of Texas (United States): Lubbock: 1.52; 3.05 and 7.58 mm.day⁻¹ for cotton stages of the first square, first flowering, respectively; Lamesa: 1.89; 3.74 and 9.40 mm.day⁻¹, respectively; Halfway: 1.56; 3.12 and 7.84 mm.day⁻¹, respectively and Ropesville: 1.74; 3.48 and 8.74 mm.day⁻¹, respectively.

Soil moisture extraction by crop part vary according to growing stage, so it can be observed as the time as plant grows there is an increase of the actual evapotranspiration, because of radical system growing by trying to cover a high part of sub soil, looking for water and nutrients, and to the vegetative development also, which causes a transpiration increase and a high water consumption by plant,

fueron señalados por el ITC (7), con coeficientes del cultivo para el algodón en las Planicies Altas de Texas de 0,07; 0,22; 0,44; 1,10; 1,10; 0,83; 0,44; 0,44 y 0,10 para las etapas de desarrollo de siembra, primer cuadro, primera flor, máxima floración, primera bellota abierta, 25% de las bellotas abiertas, 50% de las bellotas abiertas, 95% de las bellotas abiertas y cosecha. Estos resultados indican la importancia de determinar el coeficiente K del cultivo para las condiciones específicas de cada área en particular tomando en cuenta tipo de suelo, variables climáticas, frecuencias de riego y cultivares empleados.

Por otra parte, la evapotranspiración real varió entre 0,39 y 3,20; entre 0,17 y 1,69 y entre 0,11 y 0,84 mm.día⁻¹ para las frecuencias de riego de 6, 9 y 12 días, respectivamente (cuadros 4, 5 y 6). Valores que están muy por debajo a los reportados por Porter (12) en cuatro localidades de Texas, Estados Unidos: Lubbock: 1,52; 3,05 y 7,58 mm.día⁻¹ para las etapas del algodón de primer cuadro, primera floración y máxima floración, respectivamente; Lamesa: 1,89; 3,74 y 9,40 mm.día⁻¹, respectivamente; Halfway: 1,56; 3,12 y 7,84 mm.día⁻¹, respectivamente y Ropesville: 1,74; 3,48 y 8,74 mm.día⁻¹, respectivamente.

La extracción de humedad del suelo por parte del cultivo varía con la etapa de crecimiento, así se puede observar que a medida que la planta va creciendo, existe un incremento de la evapotranspiración actual, debido posiblemente al crecimiento del sistema radical tratando de lograr cubrir una mayor área del subsuelo en busca del agua y nutrimentos y al desarrollo

by decreasing at the end of cycle crop.

K coefficients for cotton crop determined in this essay are important to planning crop irrigation. Rogers (13) said that the irrigation schedule through real evapotranspiration will be profitable for agricultural people by the information received in relation to their crop requirements management, the irrigation frequency is a method that determines the irrigation applying time and size, by making more efficient the water use.

Conclusions

Results shows that three irrigation frequencies affected cotton seed, seeds and fiber yields in the same way in the four cotton cultivars used. Thus, irrigation frequency to be used would be of 12 days with Deltapine 61 cultivar (the most yielder) for increasing the crop productivity, because low irrigations were used (10) in the region studied.

On the other hand, K coefficients for cotton crop are the first reports for Venezuelan east; they could be for planning of irrigation frequencies in this crop for establishing the real evapotranspiration of crop.

For other similar studies, it is recommend the use of high irrigation intervals and the earlier irrigation frequencies establishment, with one or two depth irrigations.

Acknowledgement

Authors are grateful with the Research Council, Universidad de

vegetativo, que trae consigo un aumento de la transpiración; ocasionando un mayor consumo de agua por parte de la planta, para luego disminuir al final del ciclo del cultivo.

Los coeficientes K para el cultivo de algodón determinados en este ensayo son importantes a la hora de planificar el riego en este cultivo. Rogers (13) indicó que el cronograma de riego mediante el uso de la evapotranspiración real sería beneficioso para los agricultores con riego mediante el suministro de información adicional del manejo en las necesidades de su cultivo, la frecuencia de riego es un método que determina tanto el tiempo de la aplicación del riego y, dentro de los límites de la distribución del sistema de inundación, el tamaño de la aplicación para hacer más eficiente el uso del agua.

Conclusiones

Los resultados indican que las tres frecuencias de riego afectaron por igual los rendimientos de algodón en rama, semilla y fibra en los cuatro cultivares de algodón utilizados, de allí que la frecuencia de riego a utilizar sería la de 12 días con el cultivar Deltapine 61 (el más rendidor) de manera de incrementar la productividad del cultivo, ya que se aplicarían menos riegos (10 riegos) en la zona de influencia de este estudio.

Por otra parte, los coeficientes K para el cultivo de algodón son los primeros reportados para el Oriente Venezolano, de allí que ellos podrían ser utilizados para la planificación de las frecuencias de riego en este culti-

Oriente by the financing of this Project C.I.-3-0601-1135/03 in charge of the first author.

End of english version

vo para determinar la evapotranspiración real del cultivo.

Para otros estudios similares, se recomienda utilizar intervalos de riego mayores y establecer las frecuencias de riego más temprano, con sólo uno o dos riegos de asiento.

Agradecimiento

Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente por el soporte dado al Proyecto C.I.-3-0601-1135/03 a cargo del primer autor.

Literatura citada

1. Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 300 p.
2. Cheena, S.S. and H.S. Uppal. 1987. Scheduling of irrigation to field crops (salient research findings). Department of Agronomy, Punjab, Agricultural University, Ludhiana. India. (s/p).
3. Gomaa, M., K. El Sayed and M. Rady. 1981. Response of Egyptian cotton to nitrogen fertilizer and irrigation frequency. II. Fiber properties and seed quality characters. Monoufeia Journal of Agricultural Research 4: 189-210.
4. Harris, G. 2002. Irrigation Water balance scheduling. File No: fs0546. Australian Cotton

- Cooperative Research Centre.
<http://www.dpi.qld.gov.au/fieldcrops/10908.html> (Última visita 14 de diciembre de 2004).
5. Hernández, F.J. 1997. El cultivo del algodón. Ediciones de la Universidad Ezequiel Zamora, Barinas, Venezuela. 309 p.
6. Hernández, F.J. 1983. Notas sobre el cultivo del algodón. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Guanare, Venezuela. 934 p.
7. Irrigation Technology Center (ITC). 2004. High Plains Crop Coefficients for Cotton. <http://texaset.tamu.edu/cotton.php> (Última visita: 14 de diciembre de 2004).
8. Jiménez-Serrano, E.J. 1993. Comportamiento agronómico de 10 cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en la sabana de Jusepín. Trabajo de Grado para Ingeniero Agrónomo. Jusepín, Venezuela. Universidad de Oriente. Mimeografiado. 126 p.
9. Méndez-Natera, J. R. 1995. Comportamiento agronómico de ocho cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.), 10 de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) y 11 de maní (*Arachis hypogaea* L.) evaluados bajo condiciones agroecológicas de sabana en Jusepín, en época de lluvias. Trabajo de Ascenso para Profesor Asistente. Maturín, Venezuela. Universidad de Oriente. Mimeografiado. 329 p.
10. Méndez-Natera, J.R., R.S. Salazar-Brito, J.F. Merazo-Pinto, J.A. Gil-Marín y L. Khan-Prado. 2001. Efecto de tres frecuencias de riego sobre algunos caracteres de la planta en cuatro cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) tipo Upland. Revista Científica UDO Agrícola 1 (1): 48-55.
11. Mitchell, A.R. 1997. Irrigation Peppermint. EM 8662. Oregon State University Extension Service. 4 p.
12. Porter, D. 2000. Potential Evapotranspiration (PET) Estimates. Irrigation Scheduling. Focus on Entomology. Vol XXXIX No. 7 (July 21). http://lubbock.tamu.edu/focus/Focus2000/july_21/body.html. (Última visita: 10 de diciembre de 2004).
13. Rogers, D.H. 1995. Using Evapotranspiration Reports for Furrow Irrigation Scheduling. Irrigation Management Series. Cooperative Extension Service, Manhattan, Kansas. L-914. Kansas State University. 6 p.
14. Rondón-Mejías, A.A. 1993. Determinación de la heterosis y otros parámetros genéticos, en seis cultivares y sus 15 híbridos posibles del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en la sabana de Jusepín. Trabajo de Grado para Ingeniero Agrónomo. Jusepín, Venezuela. Universidad de Oriente. Mimeografiado. 253 p.
15. Shama, F. and N. Sharabi. 1984. Water requirements of cotton in the Euphrates basin. Arab Centre for the Studies of Arid Zones and Drylands. 42 p.