

MANEJO DEL RIEGO EN VIVEROS DE CAFE EN EL TERCER FRENTE,
SANTIAGO DE CUBA

SILVA¹, R. GONZALEZ², M. RIOS² Y A.V. LOPEZ²

RESUMEN

En la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao en el Tercer Frente, provincia de Santiago de Cuba, a una altura de 150 msnm se desarrolló un ensayo para determinar los consumos de agua de las plántulas de café en vivero y su relación con las condiciones ambientales en las campañas de vivero de 1986 a 1989. Se utilizó un vivero con umbráculo de guano y los tratamientos consistieron en aplicar el riego a determinados porcentajes de la capacidad de campo; éstos variaron según la etapa de desarrollo de las plántulas, para un total de siete combinaciones; en cada tratamiento se utilizaron 42 macetas con cuatro plántulas cada una, en un diseño de bloques aleatorizado. Al final de cada fase de desarrollo se realizaron evaluaciones morfológicas. Los resultados mostraron que los coeficientes bioclimáticos decenales crecieron con la edad de las plántulas; los mayores valores morfológicos se obtuvieron en el tratamiento que se orientó en las Instrucciones Técnicas para el Cultivo y Cosecha de Café y Cacao de 1981. El valor del coeficiente bioclimático decenal en este caso siguió la ecuación $K_b = 0,294 + 0,135 D$; la norma neta fue de 5 331 m³/ha, distribuida en 153 riegos entre los meses de noviembre y la primera decena de junio, que resultó la época idónea para la campaña de vivero en el Tercer Frente.

¹Investigador agregado y ²técnicos medios
Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao
La Mandarina, Cruce de los Baños, Tercer Frente,
Santiago de Cuba, Cuba

INTRODUCCION

La información científica sobre las necesidades de agua del cafeto y de los métodos y técnicas de riego desde la fase de vivero no es suficiente en Cuba; se cuenta sólo con los trabajos efectuados por Morales (1986). Rey et al. (1987a) señalan que por estas razones los productores aún riegan de forma empírica y no toman en consideración las peculiaridades edafoclimáticas de cada región en particular.

En Brasil, Matiello y Santinato (1986) obtuvieron buenas posturas de café tanto al sol como bajo sombra con el empleo de la microaspersión como técnica de riego, la que realizaron en dependencia de la intensidad luminosa.

El objetivo de este trabajo fue determinar los consumos de agua en viveros de café, y su relación con las condiciones ambientales que garanticen posturas sanas y vigorosas en las condiciones del Tercer Frente, Santiago de Cuba.

MATERIALES Y METODOS

Este experimento se efectuó en el vivero de umbráculo permanente de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao en el Tercer Frente, provincia de Santiago de Cuba, con posturas de *Coffea arabica* L. del cultivar 'Isla 5-15', a una altura de 159 msnm.

Se realizaron tres ensayos durante las campañas de vivero de los años 1986 a 1989 y los tratamientos consistieron en regar hasta llevar a capacidad de campo (Cc) el sustrato cuando la humedad descendía hasta el límite productivo (LP), fijado para cada tratamiento según la fase de desarrollo de las posturas. La descripción de los tratamientos se da a continuación:

Trata- mientos	Fase del ciclo		
	Fosforito a 2. par de hojas	Del 2. al 4. pares de hojas	Después del 4. pares de hojas
A	Riego diario	Riego cada 4 días	Riego cada 4 días
B	Riego diario	90 % Cc	80 % Cc
C	Riego diario	90 % Cc	70 % Cc
D	90 % Cc	90 % Cc	90 % Cc
E	80 % Cc	80 % Cc	80 % Cc
F	70 % Cc	70 % Cc	70 % Cc

Durante la germinación se regaron*diariamente todos los tratamientos. El tratamiento A fue el recomendado por las Instrucciones Técnicas para el Cultivo y Cosecha de Café y Cacao. Durante los años 1987 a 1989 se incluyó el tratamiento G, recomendado por las nuevas Instrucciones Técnicas del Cultivo (Cuba. Ministerio de la Agricultura, 1987) que se tomó como testigo. Estas últimas orientaron regar de la siguiente forma:

Fase de ciclo	Norma m ³ /ha	Frecuencia
Germinación	12,1	Diario
0- 30 días	36,4	Diario
31- 60 días	42,7	Diario
61- 90 días	58,1	Cada 2 días
91-120 días	77,0	Cada 2 días
121-150 días	97,3	Cada 3 días
Más de 151 días	105,0	Cada 4 días

se emplearon como recipientes macetas de 4,2 L de capacidad y un área de 0,02³m en cada una se sembraron ocho semillas y cuando emergieron los fosforitos se dejaron cuatro plantas por maceta. Cada tratamiento estaba compuesto por 42 macetas distribuidas en un bloque aleatorizado.

El sustrato para el llenado de las macetas estaba compuesto por tres partes de tierra y una parte de materia orgánica en cada repetición se empleó una fuente de materia orgánica diferente: estiércol, cachaza y pulpa de café en los años 1986, 1987 y 1988, respectivamente. La tierra que se utilizó en todos los casos correspondió a la capa vegetal de un suelo Pardo sin Carbonato sobre arenisca (Hernández et al., 1975). Se evaluó la capacidad de campo del sustrato por el método gravimétrico veinte días después de ser sometido a un riego diario para lograr su asentamiento.

Cada maceta se completó a un peso de 5,0 kg con sustrato a capacidad de campo y se calculó el peso que debía tener para que la humedad del sustrato se correspondiera con el porcentaje de capacidad de campo previsto en los tratamientos. Las macetas se pesaron diariamente para determinar el momento de riego y el consumo de agua.

Al concluir el ensayo (6. y 8. pares de hojas) se midieron la altura y el diámetro del talluelo y el número de pares de hojas a 40 plántulas de cada tratamiento y cuando llegaron al 8. par de hojas se les midió, además, la longitud de la raíz, peso seco y fresco y área foliar por el método del disco. A las evaluaciones morfológicas se les realizó el análisis de varianza de clasificación simple y la prueba de Duncan.

Se evaluaron las variables climáticas: lluvia, evaporación (evaporímetro clase A), temperaturas máxima, mínima y media y la humedad relativa. Se determinó el consumo de agua por tratamiento cada 10 días y se calculó el coeficiente bioclimático según Rey y Delibaltov (1982) y Rey et al. (1987a).

El resto de las actividades culturales del vivero se ejecutó según orientan las Instrucciones Técnicas del Cultivo y Cosecha de Café y Cacao. Las siembras se realizaron a fines de octubre de cada año.

RESULTADOS Y DISCUSION

La capacidad de campo (Cc) de los sustratos resultó 49,82; 47,78 y 58,37 % del peso de suelo seco en los ensayos de 1986-1987; 1987-1988 y 1988-1989, respectivamente, con un valor medio de 52,00 % debido posiblemente a los altos contenidos de materia orgánica en los mismos, ya que Silva et al. (1988) informaron valores de Cc entre 34 y 35 % para la capa arable (0-30 cm) de un suelo Pardo sin Carbonato sobre arenisca, similar al que se empleó como sustrato en estos ensayos.

Durante los mismos, la fase de germinación de las semillas de café demoró unos 50 días, mientras que la fase de iosforito a mariposa demoró 43 días; la emisión de los dos primeros pares de hojas, al igual que el 3., 4., 5. y 6. demoró 30 días, respectivamente; para pasar del 6. al 8. pares de hojas las plántulas requirieron 40 días; para completar este ciclo fueron necesarios 220 días.

Las evaluaciones morfológicas realizadas durante los ensayos (Tablas 1 y 2), cuando las plántulas alcanzaron el 6. y 8. pares de hojas muestran que el tratamiento A, en general, presentó los mayores valores, aunque no mostró diferencias con los tratamientos más húmedos, pero sí con los tratamientos E y F que fueron, en general, los más secos y los que menores valores morfológicos alcanzaron. El tratamiento \bar{C} , orientado por las Instrucciones Técnicas del Cultivo y cosecha *de* Café y Cacao tuvo un comportamiento intermedio.

Es de destacar, que aunque las diferencias de los valores de las variables resultaron estadísticamente significativas, fueron relativamente pocas entre los tratamientos y se obtuvieron en ~~4~~ los casos plántulas sanas y de buen

TABLA 1. Evaluación morfológica al 6. par de hojas.

Tratamientos	1986-1987			1987-1988			1988-1989		
	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Pares de hojas	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Pares de hojas	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Pares de hojas
A	17,50 ^a	0,307	6,25	15,70 ^a	0,275 ^a	5,50 ^a	18,75 ^a	0,253 ^a	5,70 ^a
B	16,62 ^{ab}	0,288	6,05	13,37 ^{abc}	0,243 ^{cd}	5,00 ^{bc}	17,50 ^{ab}	0,243 ^{ab}	5,52 ^{ab}
C	16,68 ^{ab}	0,297	6,16	12,19 ^d	0,269 ^{ab}	4,99 ^{bc}	18,38 ^a	0,219 ^c	5,41 ^{ab}
D	16,23 ^b	0,288	6,09	13,77 ^{bc}	0,253 ^{bc}	5,02 ^{bc}	17,59 ^{ab}	0,249 ^{ab}	5,52 ^{ab}
E	16,63 ^{ab}	0,293	5,99	12,97 ^{bcd}	0,237 ^{cd}	4,84 ^{bc}	17,61 ^{ab}	0,237 ^b	5,32 ^b
F	16,89 ^{ab}	0,290	6,01	12,59 ^{cd}	0,231 ^d	4,79 ^c	17,01 ^{ab}	0,239 ^{ab}	5,30 ^b
G	-	-	-	14,41 ^{ab}	0,252 ^{bc}	5,27 ^{ab}	16,23 ^b	0,225 ^{bc}	5,27 ^b
ES	0,345	0,051	0,099	0,37	0,005	0,11	0,44	0,004	0,098
P<	0,05	NS	NS	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05
CV(%)	15,98	5,42	12,61	66,10	5,57	14,23	16,00	12,73	11,46

44

TABLA 1. Continuación.

Trata- mientos	Peso fresco (g/pl)	1986-1987	
		Peso seco (g/pl)	Area foliar (cm ² /pl)
A	12,79	3,08 ^a	494,3 ^a
B	11,06	2,29 ^{ab}	400,5 ^b
C	10,93	2,06 ^b	360,3 ^c
D	10,38	1,89 ^b	408,8 ^b
E	8,23	1,77 ^b	336,8 ^d
F	8,34	1,78 ^b	326,8 ^d
G	-	-	-
ES	1,508	0,332	18,04
P <	NS	0,05	0,05
CV(%)	30,11	30,00	26,33

a-d Medias de los tratamientos con letras iguales no difieren.

desarrollo vegetativo. Resultados similares obtuvieron Rey et al; (1987b) al encontrar pocas diferencias entre tratamientos similares a los de este ensayo.

En la Figura 1 se presentan los valores de los coeficientes bioclimáticos decenales alcanzados por el tratamiento A, los cuales incrementaron su valor a medida que se desarrollaron las plántulas y tuvieron un grado de dependencia altamente significativo ($R^2 = 0,803$) con las decenas del ciclo biológico ajustado a la ecuación:

$$Kb = 0,294 + 0,135 D$$

Los valores de las desviaciones anuales de la regresión no fueron significativos.

TABLA 2. Evaluación morfológica al 8. par de hojas.

Tratamientos	1987-1988				1988-1989			
	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Pares de hojas	Longitud de la raíz (cm)	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Pares de hojas	Longitud de la raíz (cm)
A	30,87 ^a	0,352 ^a	7,72 ^a	21,54 ^a	28,60 ^a	0,321 ^a	7,35	23,91 ^a
B	28,30 ^b	0,341 ^{ab}	7,00 ^c	21,32 ^a	27,86 ^{ab}	0,292 ^b	6,91	22,43 ^{bc}
C	27,47 ^b	0,335 ^{abc}	7,40 ^{abc}	21,06 ^a	28,45 ^{ab}	0,259 ^c	7,18	22,06 ^{bc}
D	28,06 ^b	0,333 ^{abc}	7,36 ^{abc}	17,70 ^c	27,58 ^{ab}	0,261 ^c	7,20	20,54 ^c
E	27,16 ^b	0,312 ^{bc}	6,98 ^c	17,78 ^c	26,91 ^{ab}	0,277 ^{bc}	6,90	22,93 ^b
F	27,55 ^b	0,310 ^c	7,04 ^{bc}	18,39 ^{bc}	25,86 ^b	0,255 ^c	6,74	25,09 ^{bc}
G	27,92 ^b	0,331 ^{abc}	7,46 ^{ab}	19,54 ^b	25,39 ^b	0,253 ^c	6,87	17,99 ^a
ES	0,56	0,007	0,11	0,37	0,85	0,006	0,173	0,63
P<	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	NS	0,05
CV (%)	14,12	15,42	10,72	13,35	21,23	19,25	15,67	18,09

TABLA 2. Continuación.

Tratamientos	1987-1988			1988-1989		
	Peso fresco	Peso seco	Area foliar	Peso fresco	Peso seco	Area foliar
A	13,38 ^a	3,104 ^{ab}	416,9 ^a	12,08 ^a	2,88 ^a	511,4 ^a
B	12,35 ^b	3,315 ^a	417,8 ^a	11,85 ^{ab}	2,574 ^{ab}	473,5 ^{ab}
C	16,66 ^{ab}	2,880 ^{abc}	404,9 ^{ab}	9,05 ^b	2,17 ^b	412,6 ^b
D	10,48 ^{bc}	-2,364 ^{cd}	327,6 ^c	10,83 ^{ab}	2,209 ^b	391,5 ^b
E	9,36 ^c	2,710 ^{bcd}	350,6 ^{bc}	10,29 ^{ab}	2,066 ^b	373,0 ^b
F	8,54 ^c	2,295 ^d	335,0 ^{bc}	9,89 ^b	2,228 ^b	409,5 ^b
G	12,23 ^{ab}	3,101 ^{ab}	412,3 ^{ab}	8,15 ^b	2,161 ^b	368,1 ^b
ES	2,296	0,144	20,16	0,615	0,145	20,07
P<	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05
CV(%)	20,60	5,03	5,29	18,87	19,77	20,29

a-d Medias de los tratamientos con letras iguales no difieren.

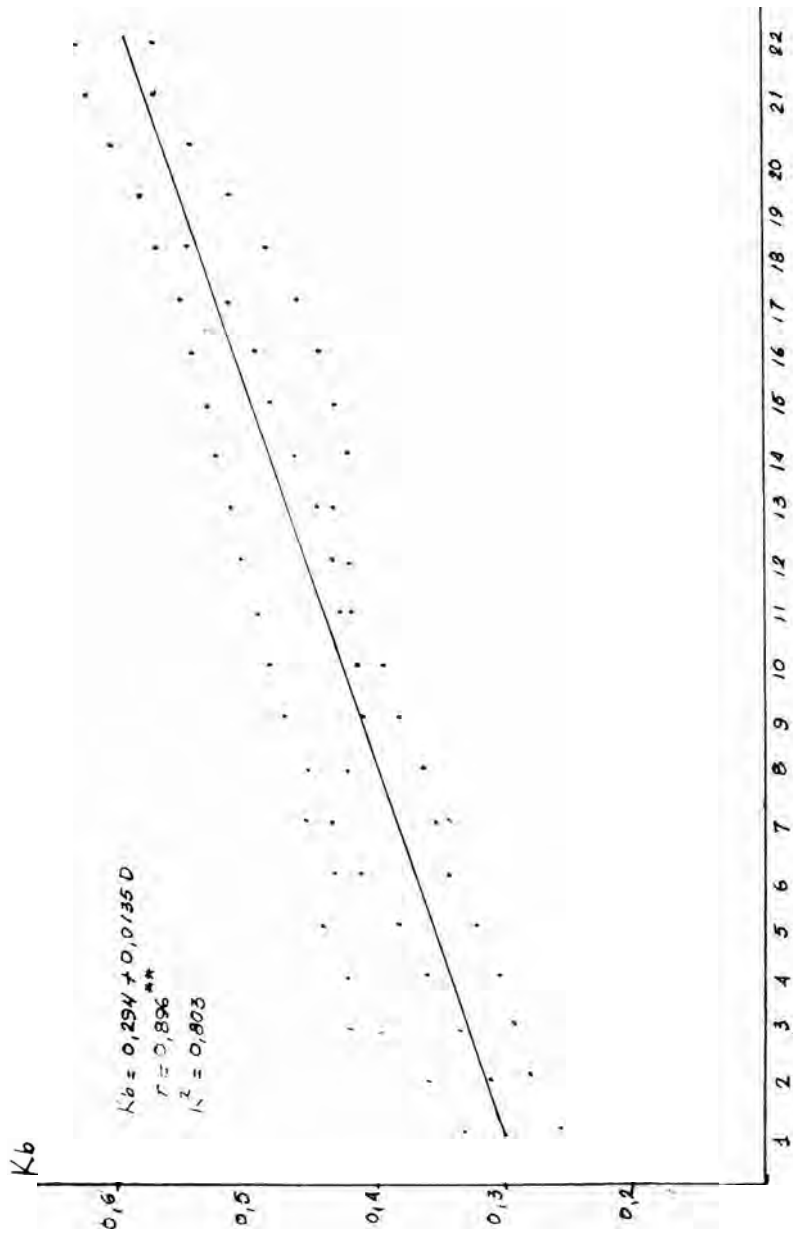


FIGURA 1. Coeficientes bioclimáticos decenales del tratamiento A.

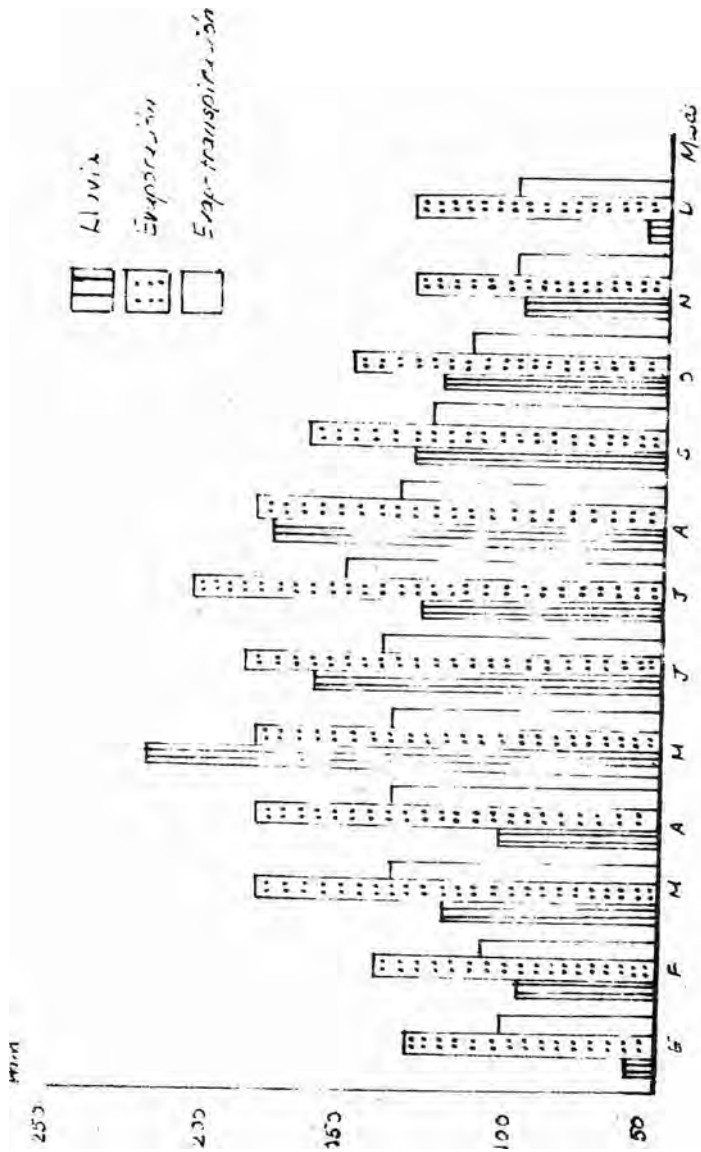


FIGURA 2. Balance hídrico mensual en el Tercer Frente.

TÁBULA 3. Comparación de los regímenes de riego

Tratamientos	Germinación		Posturas		2. al 4.		4. al 8.		Total				
	N.R.	Par- cial	N.R.	Par- cial	N.R.	Par- cial	N.R.	Par- cial					
	50	15,0	70	19,3	1 351	15	57,5	18	131,5	2 368	153	34,84	5 331
	30	12,1	65	41,0	2 063	15	64,4	25	86,52	2 163	155	41,27	6 397,5

En la Figura 2 se representa el análisis mensual entre la lluvia, evaporación y evapotranspiración potencial o de referencia (ETP); esta última, según Ramíreu (1985), es el 75 % de la evaporación registrada en el tanque evaporímetro clase A. Como se aprecia, es sólo entre los meses de mayo a octubre que las lluvias son superiores a la ETP, con excepción del mes de julio, por lo que el período más favorable para la siembra de primavera en las condiciones del ensayo es el de mayo y junio; para tener en estos meses posturas con 6 a 9 pares de hojas, como recomiendan las Instrucciones Técnicas para el Cultivo y Cosecha de Café y Cacao será necesario realizar la siembra de los viveros a finales de octubre o inicios de noviembre del año anterior para que la etapa de vivero se desarrolle desde noviembre hasta mayo o junio, período este de relativa escasez de lluvia, según lo mostrado en la Figura 2; esta fue la época de menor evaporación y, por tanto, de menor consumo de agua en el vivero.

En la Tabla 3 se muestra el cálculo del régimen de riego de los tratamientos A y B según las condiciones antes explicadas. La norma de riego del tratamiento A es de $5\,331\text{ m}^3/\text{ha}$ y 153 riegos y puede apreciarse que el tratamiento B requirió $1\,060\text{ m}^3$ más que el tratamiento A, ya que el mismo no se adaptó a las condiciones de evapotranspiración del vivero de café en las condiciones de los ensayos.

VALORACION ECONOMICA

El tratamiento de manejo de riego orientado en las Instrucciones Técnicas de 1981 representa un ahorro de agua de $1\,000\text{ m}^3/\text{ha}$ con respecto al manejo orientado en las últimas Instrucciones Técnicas; esto es equivalente a 100 horas de bombeo, para las cuales se requieren 100 L de combustible con un costo de \$14,00 y 100 horas de trabajo del operador del equipo con un gasto de \$85,00 por hectárea en cada campaña de vivero.

CONCLUSIONES

El ciclo vegetativo de las plántulas de café en vivero fue de 220 días desde la siembra hasta el 8. par de hojas.

En las condiciones del Tercer Frente, el período óptimo para la siembra del vivero de café fue entre la tercera decena de octubre y la primera de noviembre, para que las posturas con 6 a 9 pares de hojas pudieran plantarse en los meses de mayo y junio, que resultaron los de mejor balance de humedad.

El tratamiento orientado por las Instrucciones Técnicas para el Cultivo y Cosecha de Café y Cacao (Cuba. Ministerio

de la Agricultura, 1981) para el riego en viveros de café fue el que alcanzó en general los mayores valores morfológicos.

Los coeficientes bioclimáticos decenales se incrementaron con la edad de las plántulas y sus valores decenales siguieron la ecuación:

$$K_b = 0,294 + 0,135 D,$$

lo que originó una norma de riego total de 5 331 m³/ha y 153 riegos durante el período de noviembre a la primera decena de junio en las condiciones del ensayo.

El tratamiento orientado por las Instrucciones Técnicas para el Cultivo y Cosecha de Café y Cacao (Cuba. Ministerio de la Agricultura, 1987) no se adaptó a las necesidades de agua en el vivero en las condiciones del Tercer Frente al aportar unos 1 000 m³/ha de agua por encima de las necesidades y no se obtuvieron en él las mejores posturas. Este tratamiento provoca un gasto adicional de \$85,00/ha.

ABSTRACT

IRRIGATION MANAGEMENT ON COFFEE NURSERY AT TERCER FRENTE, SANTIAGO DE CUBA

A trial was carried out at the Coffee Research Station, Tercer Frente, Santiago de Cuba, aimed to determining the coffee seedling water consumption on a nursery and their environmental relationship at a height of 150 m over sea level during the irrigation campaign from 1986 to 1989. A nursery with a permanent threshold of palm-tree leaves was used. Treatments consisted on field area, which varied regarding the seedling development stage, totalling combinations: 42 pots with four coffee seedlings each one was used in every treatment on an allotted block design. Morphological evaluations were carried out at the end of every development phase. The results showed that the bioclimatic coefficients every 10 days raised regarding the seedling age; the highest morphological values were found on the treatment where the Technical Instructions for the Cropping and Harvesting of Coffee and Cacao of 1981 was recommended. The bioclimatic coefficient value every 10 days was represented by the following equation: $K_b = 0,294 + 0,135 D$; the

total norm was of 5 331 m³/ha distributed on 153 irrigations between November and first 10 days of June, resulting the most adequate for the nursery campaign at Tercer Frente.

BIBLIOGRAFIA

- CUBA. MINISTERIO DE LA AGRICULTURA. Instrucciones técnicas para el cultivo y cosecha de café y cacao.-- La Habana: CIDA, 1981.-- 169 p.
- CUBA. MINISTERIO DE LA AGRICULTURA. Instrucciones técnicas para el cultivo de café y cacao.-- La Habana: CIDA, 1987.-- 208 p.
- HERNANDEZ, A. J. et al. Segunda clasificación genética de los suelos de Cuba. Serie Suelos (23) : 1-25, 1975.
- MATIELLO, J.B. e R. SANTINATO. Empleo de técnica de microaspersão na formação de mudas de café, sob condições de sombreamento (50 %) e a pleno sol.-- En 13 - Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras.-- Sao Lourenço/ M. Gerais: Instituto Brasileiro do Café, 1986.-- p. 131-133.
- MORALES, D. influencia de la humedad del suelo y diferentes condiciones de aviveramiento en el crecimiento y consumo de agua del Coffea arabica L.-- 1986.-- 250 p. Tesis (Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas) - Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, 1986.
- RAMIREZ, E. La evapotranspiración de referencia para la zona occidental de Cuba.-- En Resúmenes Seminario Científico INCA.-- La Habana: Ministerio de Educación Superior, 1985.-- p. 187.
- REY, R. y Y. DELIBALTOV. Metodología para pronosticar el momento óptimo del riego en los cultivos agrícolas cubanos. Método Bioclimático.-- La Habana: CIGA, 1982.-- 40 p.
- REY, R., N. SILVA, M. MONTALVO y J. GARCIA. Resultados parciales del manejo del riego en viveros de café. Informe de etapa. 23 p. 1987a. (Mecanografiado.)

REY, R., R. NAVARRO y N. LANDA. Riego del cafeto en condiciones de aviveramiento.-En : Resúmenes VI Seminario Científico del INCA.-- La Habana: Ministerio de Educación Superior, 1987b.-- p. 110. ,

SILVA, N., M. RIOS y R. GONZALEZ. Profundidad radical del cafeto en un suelo Pardo sin Carbonato. Cienc. Téc. Agric., café y Cacao 10 (1) : 61-71, 1988.

Manuscrito recibido para su publicación 5 de septiembre de 1991.