

## Régimen de riego en nuevas plantaciones de café a plena exposición solar en el macizo montañoso Guamuhaya<sup>1</sup>

Ciro Sánchez-Esmoris,\* Merardo Ferrer-Viva\* y Carlos González-Fernández\*

### Resumen

Con el objetivo de conocer el régimen de riego de los cafetos en la fase de fomento y el efecto que sobre este ejerce la densidad de plantación, se condujo un experimento a plena exposición solar en la Estación de Investigaciones de Café Jibacoa, provincia de Villa Clara, con la especie *Coffea arabica* L. cv. Isla 6-14. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y seis tratamientos que resultaron de la combinación de tres regímenes de riego y dos densidades de plantación. La humedad del suelo se determinó por el método gravimétrico. Para mantener esta por encima de los rangos fijados se utilizaron goteros de 4 L/h. A los treinta y seis meses de plantados los cafetos se realizaron evaluaciones morfológicas, y los datos se procesaron mediante un análisis de varianza bifactorial. Los resultados mostraron que los mayores desarrollos morfológicos y volúmenes de producción se lograron con la aplicación de riego sin que se encontraran diferencias significativas cuando este se realizó entre el 75 y el 85 % CC. Las mayores alturas y los menores diámetros de copa de las plantas se lograron en la mayor densidad. Los coeficientes bioclimáticos aumentaron con el incremento del nivel de humedad en el suelo.

Palabras clave: riego, exposición solar, cafetos, producción.

### Abstract

An experiment at full solar exhibition planted coffee plantations of the species *Coffea arabica* L. cv. Isla 6-14 was conducted in the Estación de Investigaciones de Café Jibacoa, Villa Clara province, in order to find the best irrigation regime for coffee trees during the growth phase as well as the effect of the planting density. A randomized block design was used with four replications and six treatments resulting from the combination of three irrigation regimes and two planting densities. The soil moisture was determined through gravimetric method and kept over the established rates by means of tricklers with a performance of 4 L/h. After 36 months were conducted morphologic valuations and the obtained data were processed according to a bifactorial analysis. The results showed that the biggest morphologic developments and production volumes were achieved with the watering application, without they were significant differences when it was carried out between 75% and 85% CC. The biggest heights and the smallest cup diameters of the plants were achieved in the biggest density. The bioclimatic coefficients increased with the increment of the level of humidity in the soil.

Key words: irrigation, solar exhibition, coffees, production.

### Introducción

La producción mundial de café se ha visto afectada en los últimos años por los efectos del cambio climático (Delgado, 2010), y Cuba no está exenta de esta problemática debido al incremento medio de la temperatura, la disminución y distribución de las lluvias (Naranjo y Centella, 2006), por lo que son necesarias medidas de mitigación para reducir la magnitud de estos efectos (Bates *et al.*, 2008).

El riego por goteo es un tipo de riego localizado de alta frecuencia que solo humedece el volumen de suelo, donde se ubican las raíces de las plantas por medio de unos emisores especiales llamados *goteros* (Morillo *et al.*, 2001).

Al utilizar el riego localizado por goteo se obtiene una mayor eficiencia y uniformidad en él, alcanzándose un 80 % en la economía del agua, se disminuye la erosión y la proliferación de las hierbas indeseables,

<sup>1</sup> Recibido para publicación 24 de diciembre de 2011. Aprobado el 2 de mayo de 2012.

\* Estación Experimental Agro-Forestal UCTB, invcafe@eimaucv.cu

factores muy importantes en las regiones montañosas (Figueredo *et al.*, 1979).

En Cuba el cultivo del café se caracteriza por desarrollarse en lugares montañosos donde existen limitaciones para la aplicación del riego como son pronunciadas pendientes y fuentes de abasto de agua poco caudalosas, por lo que es importante hacer un uso eficiente de este recurso natural (MINAG, 2010).

En el cultivo del café se han realizado varios trabajos para determinar el régimen del riego y el método más apropiado para su aplicación (Müller, 1973) y (Silva *et al.*, 2003).

Paes de Camargo *et al.* (1984) y Videaux y Rivero (1999) determinaron que la falta de agua durante las ocho semanas siguientes a la floración reduce el tamaño de los frutos; igualmente la falta de agua entre la octava y la vigésima semana después de la floración ocasiona un incremento en la proporción de granos vanos (Freire y Miguel, 1984).

El objetivo de este trabajo fue conocer el régimen de riego de los cafetos a plena exposición solar a los treinta y seis meses posteriores a su plantación en un suelo fersialítico pardo rojizo del macizo montañoso Guamuhaya.

## Materiales y métodos

En la Estación de Investigaciones de Café Jibacoa, provincia de Villa Clara, se desarrolló un experimento con la especie *Coffea arabica* L. cv. Isla 6-14, plantada en octubre de 1988 a plena exposición solar, a una altura de 350 msnm, en un suelo fersialítico pardo rojizo (Hernández *et al.*, 1999) con pendiente desde el 5 hasta el 15 %.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y seis tratamientos que resultaron de la combinación de dos factores:

Régimen de riego: R1 85 % CC; R2 75 % CC y R3 sin riego.

Marco de plantación: 0,80 x 2,50 m D1 = 5000 plantas/ha<sup>-1</sup> y 0,40 x 2,50 m D2 = 10 000 plantas/ha<sup>-1</sup>.

Se utilizó la técnica de riego localizado por goteo, con goteros de 4 L/h ubicados en la hilera de los cafetos a una distancia de 1 m x 2,50 m.

El riego se efectuó cuando la humedad del suelo alcanzó el valor de capacidad de campo (CC) prevista para cada tratamiento.

El consumo de agua se determinó por el método gravimétrico mediante muestreos cada 50 cm de profundidad.

Las variables climáticas lluvia y evaporación se registraron en un pluviómetro y evaporímetro Clase A, respectivamente. Los coeficientes bioclimáticos (Kb) se calcularon según la metodología de Rey y Delivaltov (1982).

En abril de 1991 se realizó una evaluación morfológica a los índices altura de las plantas (cm), diámetro del tallo (10 cm sobre el cuello), diámetro de la copa (cm) y número de ramas plagiotrópicas por planta; además en la cosecha 1991-1992 se determinó la producción de café oro t/ha<sup>-1</sup>. En ambos casos se evaluaron 10 plantas por parcelas.

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza bifactorial y las medias se compararon por el rango múltiple de Duncan referido por Lerch (1977). Las demás actividades agrotécnicas se realizaron según las *Instrucciones técnicas para el cultivo del café y el cacao* (MINAG, 1987).

## Resultados y discusión

La capacidad de campo promedio en base a suelo seco en los primeros 50 cm de profundidad fue del 22,60 %. Los mayores valores se obtuvieron en las capas superiores (Tabla 1). Resultados similares lograron Rey *et al.* (1987) para este tipo de suelo.

Tabla 1. Capacidad de campo hasta 50 cm de profundidad

Profundidad	Porcentaje de suelo seco
0-10	25,40
10-20	23,70
20-30	22,87
30-40	20,61
40-50	20,40
Media (X)	22,60

Rivera (s.a.) informó que a los treinta y seis meses de plantados los cafetos el mayor porcentaje de raíces se encontraba en los primeros 30 cm, e incluso a los seis años el 52 % del sistema radical se localizaba a esa profundidad. Ello indica que el mayor porcentaje de raíces

y agua están en estrecho contacto en los primeros centímetros de suelo, lo que puede favorecer su absorción.

Al analizar el efecto de los tratamientos sobre las variables morfológicas se destaca que los mayores de altura se alcanzaron en el tratamiento, donde se aplicó el riego al 85 % de capacidad de campo con una densidad de 10 000 plantas/ha<sup>-1</sup> (R1D2), mostrando diferencias significativas con el resto de los tratamientos estudiados. Los mayores valores de los diámetros de los tallos se

obtuvieron en el tratamiento donde se aplicó el riego al 85 % de capacidad de campo con una densidad de 5000 plantas/ha<sup>-1</sup>(R1D1), sin mostrar diferencias significativas con el tratamiento donde se aplicó el riego al 85 % de capacidad de campo con una densidad de 10 000 plantas/ha<sup>-1</sup> (R1D2), y en el que se aplicó el riego al 75 % de capacidad de campo con una densidad de 5000 plantas/ha<sup>-1</sup> (R2D1), pero sí con los tratamientos donde no se aplicó riego R3D1 y R3D2 (Tabla 2).

Tabla 2. Desarrollo morfológico de los cafetos y su producción a los treinta y seis meses de plantados

Tratamientos	Altura de las plantas (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Diámetro de la copa (cm)	Pares de ramas (#)	Café oro (t/ha <sup>-1</sup> )
R1D1	145,31 b	3,40 a	103,00 a	21,00 a	2,20 ab
R1D2	164,20 a	3,24 ab	96,00 ab	20,00 ab	2,67 a
R2D1	140,20 bc	3,36 ab	98,85 ab	20,00 ab	1,98 bc
R2D2	146,72 b	3,14 bc	93,15 ab	19,00 abc	2,36 ab
R3D1	118,00 d	3,00 c	93,37 ab	18,00 bc	1,13 d
R3D2	129,40 cd	2,70 d	90,00 b	17,00 c	1,65 c
ES. A x B	4,91***	0,07 ***	3,23 *	0,85 **	0,16***
CV %	6,32	6,34	10,20	16,91	14,30

\*\*\*Medias con letras iguales no difieren para  $p < 0,01$ .

Las mayores producciones se obtuvieron en los tratamientos R1D2, R2D2 y R1D1. Los valores más bajo se lograron en los tratamientos donde no se aplicó riego (R3D1 y R3D2), mostrando diferencias significativas entre ellos, lo que indica que el riego y la densidad de plantación tuvieron un marcado efecto sobre la producción de café oro en t/ha<sup>-1</sup>, como se indica en la tabla 2. Resultados similares informaron Silva *et al.* (2003) para las condiciones del Tercer Frente.

Al comparar el efecto de los regímenes de riego en el desarrollo morfológico de las plantas (Tabla 3)

se destaca que las mayores alturas se lograron con la capacidad de campo más elevada (R1), el valor más bajo se alcanzó donde no se aplicó riego (R3), no se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos que se humedecieron al 85 y 75 % (CC) para el diámetro del tallo, de la copa, número de pares de ramas y producción de café oro en t/ha<sup>-1</sup>, aunque estos mostraron diferencias estadísticas con las variantes sin riego (R3) en los índices evaluados. Resultados similares se informan por Bravo y Fernández (1984) y Silva *et al.* (2003).

Tabla 3. Efecto de los regímenes de riego sobre el desarrollo morfológico de los cafetos y su producción a los treinta y seis meses de plantados

Factor A	Altura de las plantas (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Diámetro de la copa (cm)	Pares de ramas (#)	Café oro (t/ha <sup>-1</sup> )
R1	154,76 a	3,33 a	99,50 a	20,50 a	2,43 a
R2	143,46 b	3,25 a	96,00 a	19,50 a	2,18 a
R3	123,70 c	2,85 b	91,69 b	17,50 b	1,39 b
ES. A	3.47***	0,05 *	1,62 *	0,42 **	0,11**

\*\* Medias con letras iguales no difieren para  $p < 0,05$ .

El factor densidad de plantación (Tabla 4) mostró diferencias significativas para la altura, diámetro del tallo, diámetro de la copa y la producción de café oro (t ha<sup>-1</sup>). Los mayores valores en el diámetro del tallo y diámetro de la copa se alcanzaron con la densidad de 5000 plantas/ha<sup>-1</sup>, mientras que las mayores alturas y producciones se alcanzaron con la densidad de 10 000 plantas/ha<sup>-1</sup>. Estos resultados son similares a los señalados por Kùmar (1978) al estudiar diferentes densidades de plantación, donde concluyó que a las densidades más bajas les corresponden las menores alturas.

Cortés (1982) plantea que a partir de los dieciocho meses se comienza a manifestar una disminución en el ritmo de crecimiento del diámetro del tallo en las altas densidades, un aumento en la altura, y se pone en evi-

dencia para estos dos índices el fenómeno fotomorfológico. A medida que existe un mayor sombreado entre las plantas aumenta su altura y disminuye el diámetro del tallo con respecto a las bajas densidades. Se observa que el régimen de riego (Tabla 5) se diferenció para los meses más secos del año, diciembre a abril, siendo necesario aplicar 13 riegos (R1) con una norma de 3057 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup>, y para el régimen de riego R2, con ocho riegos, se utilizó una norma de 2681 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup>. Se conoce que las diferencias en la humedad del suelo dependen en gran medida de los aportes de agua por la lluvia y las pérdidas por evaporación, así como la influencia de la variabilidad climática en el balance hídrico del suelo para el relieve de condiciones montañosas en las que se cultiva el café (Videaux y Rivero, 1999).

Tabla 4. Efecto de la densidad de plantación sobre el desarrollo morfológico de los cafetos y su producción a los treinta y seis meses de plantados

Factor B	Altura de las plantas (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Diámetro de la copa (cm)	Pares de ramas (#)	Café oro (t/ha <sup>-1</sup> )
D1	134,50 b	3,25 a	98,41 a	19,6	1,77 b
D2	146,77 a	3,03 b	93,05 b	18,6	2,22 a
ES. B	2,83***	0,04*	1,32*	0,35 ns	0,09***

\* Medias con letras iguales no difieren para  $p < 0,05$ .

Tabla 5. Régimen de riego

Año /mes	Evaporación (mm)	Egresos			Lluvias (mm)	Días de lluvia	Número de riegos		Volumen (mm)		Balance	
		R1	R2	R3			R1	R2	R1	R2	R1	R2
1990												
Mayo	158,1	136,0	132,8	102,8	109,1	15,0					-26,9	-23,7
Junio	120,0	103,0	100,8	78,0	256,0	16,0					152,8	155,2
Julio	151,9	130,6	127,6	98,7	207,0	12,0					76,4	79,4
Agosto	133,3	114,6	112,0	86,6	192,0	12,0					176,4	179,0
Septiembre	99,0	85,1	83,2	64,4	278,1	21,0					193,0	194,9
Octubre	102,0	87,7	85,7	66,3	249,9	15,0					162,2	164,2
Noviembre	90,0	77,4	75,6	58,5	167,9	12,0					90,5	92,3
Diciembre	142,0	122,1	119,3	92,3	17,7	5,0	2,0	1,0	39,4	32,6	-65,0	-69,0
1991												
Enero	127,0	109,2	106,7	82,6	25,9	6,0	3,0	2,0	60,9	70,1	-22,4	-10,7
Febrero	134,0	115,2	112,6	87,1	15,2	3,0	3,0	2,0	95,9	68,3	-4,1	-29,1
Marzo	139,5	120,0	117,2	90,7	59,5	4,0	3,0	2,0	71,7	65,6	11,2	7,9
Abril	148,5	127,7	124,7	96,5	232,9	10,0	2,0	1,0	37,8	31,4	143,0	139,6
TOTAL	1545,3	1328,9	1298,0	1004,4	1910,2	131,0	13,0	8,0	305,7	268,8	886,9	880,1
Kb 1990-1991		R1 = 0,86		Nn R1 = 203 MC/ha								
		R2 = 0,84		Nn R2 = 326 MC/ha								
		R3 = 0,65										

Los coeficientes bioclimáticos aumentaron su valor con el incremento del nivel de humedad en el suelo. Resultados similares se destacan por Rey *et al.* (1987) y Silva *et al.* (2003).

Como el desarrollo morfológico de los cafetos y su producción no presentaron diferencias entre los dos niveles de riego (R1, R2), se podrá recomendar el régimen de riego según el límite productivo (75 % de la capacidad de campo) para la fase de fomento del cafeto en estas condiciones edafoclimáticas. Cárdenas *et al.* (1992) observaron una mayor uniformidad en la floración y en el incremento de los rendimientos con tratamientos de inicio del riego a una humedad del suelo al 70 % de capacidad de campo en la especie *Citrus limon* L.

La tendencia al incremento de la producción con la humedad del suelo hará necesaria la observación continua de esta variable, de manera que se pueda decidir económicamente cuál de los dos regímenes de riego resultaría más conveniente desde el punto de vista económico para obtener una mayor producción en futuras cosechas.

### Conclusiones

- El mayor desarrollo morfológico de los cafetos se alcanzó en los tratamientos con riego, sin mostrar diferencias entre el 85 y 75 % de la capacidad de campo.
- El incremento de la densidad de plantación provocó un aumento en la altura de las plantas y una disminución en el diámetro de la copa.
- Los coeficientes bioclimáticos aumentaron con el incremento de la humedad en el suelo, siendo necesario aplicar trece y ocho riegos con 3057 y 2681 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para el 85 y el 75 % de la capacidad de campo.
- La mayor cantidad de riego se efectuó de diciembre a abril.

### Bibliografía

Bates, B. C.; Kundzewicz, Z. W.; Wu, S. y J. P. Palutikof: *El cambio climático y el agua*, documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra, 224 pp., 2008.

Bravo, M. C. y C. E. Fernández: Respuesta de plantas jóvenes de café a la aplicación de los niveles de humedad en el suelo y dos fertilizantes nitrogenados, *Turrialba* 14(1): 2-120, 1984.

Cárdenas, J. R., Acevedo y M. Vílchez: Influencia del estrés hídrico sobre la floración y fructificación del limonero Eureka. En: *VII Seminario Científico BIOFERTRO'92*, Ministerio de Educación Superior, La Habana, p. 100, 1992.

Cortés, Sara: Influencia de las altas densidades de plantación sobre el crecimiento en *Coffea arábica* L. var Caturra, *Cultivos Tropicales* 4(3): 559-566, 1982.

Delgado A, E.: Climate Change and Coffee Production: Vulnerability and Possible Adaptation Embrapa-Brazil in Guatemala City World Coffee. In: *Conference 26-28 February, 2010*.

Figueredo, J. P.; Santinato, R.; de Silva, O. A. y A. P. Camargo: Irrigação por gotejamento na formação do cafeiro. En: *VII Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras-Araxe*, Instituto Brasileiro do Café, 384 pp., 1979.

Freire, A. C. F. y A. E. Miguel: Disponibilidad diaria de no solo, no periodo de 1974-1984 a seus reflexos no grãoção, cuatidades e rendimento do café nos años de 1983 y 1984 na regio de varg. Nha (M.G.). En: *XI Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, Londrina, Instituto Brasileiro do Café pp. 113 y 114, 1984.

Hernández, A. *et al.*: Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba, Instituto de Suelo, MINAG, La Habana, 46 pp., 1999.

Kūmar, D.: Investigation Into Some Physiological Aspect of High Density Plantings of Coffee *Coffea arábica* L., *Kenya Coffee* 43(510): 263-273, 1978.

Lerch, G.: *La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas*, Ed. Científico-Técnica, La Habana, 464 pp., 1977.

MINAG: Estrategia de desarrollo del café, Grupo Empresarial Agricultura de Montaña, La Habana, 34 p., abril de 2010.

MINAG: *Instrucciones técnicas para el cultivo del café y el cacao*, CIDA, La Habana, 208 pp., 1987.

Morillo, R; Delicia, H, y J, C. Martínez: Técnicas de riego en la remolacha azucarera Caja España y la Asociación de Investigación para la Mejora del Cultivo de la Remolacha Azucarera (AIMCRA), Valladolid, 34-37 pp., marzo de 2001.

Müller, R. A.: La antracnosis de la cereza de café arábica debido a una forma virulenta del *Colletotrichum coffeanum* Moch. La irrigación usada como método preventivo de control de la enfermedad, *Café Cacao, Thé* 17(4): 281-312, 1973.

Naranjo, L y A. Centella: Capítulo 5. Variabilidad climática. Impactos y adaptación. *Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones* 1-15, 2006.

Paes de Camargo, A.; Sousa Dantos, F. A. y J. B. Matielo: Efeito de épocas e quantidade de rega em café arabica, nas condicoes climaticas de inverno chuvoso e veranao seco,

- de Garanhuns (PE). En: *Congreso Brasileiro do Pesquisas Cafeeiras*, Londrina, Instituto Brasileiro do Café, pp., 264-267, 1984.
- Rey, R. y V. Delibaltov: Metodología para pronosticar el momento óptimo del riego de los cultivos agrícolas cubanos. Métodos bioclimáticos, CIDA, La Habana, 40 pp., 1982.
- Rey, R., N. Silva, M. Montalvo y J. García. Informe de etapa de riego 04. Resultados parciales de riego, intervalos de riego y coeficientes bioclimáticos del cultivo, Instituto de Riego y Drenaje, La Habana, 21 pp., 1987.
- Rivera: El café. *Nutrición y fertilización del Coffea arabica en Cuba*, 204-205 pp. (s.a).
- Silva, N., Ramajo, J. y Délira Navarro: Régimen de riego en nuevas plantaciones de café en Tercer Frente, *Café Cacao* 4 (1): 36-42, 2003.
- Videaux, L. Rivero, F. Tur: Régimen hídrico y dinámica de humedad en suelos pardos con carbonatos de montaña dedicados al cultivo del café.. En: *Resúmenes. Simposio Internacional de Café y Cacao*, Ministerio de la Agricultura; Santiago de Cuba, 51 pp., 1999.

## LA PODA DEL CAFETO

### *¿Qué es la poda?*

Es la acción de cortar todas aquellas partes de las plantas que han perdido su capacidad de fructificación y vigor, su objetivo es mantener una armazón equilibrada y madera nueva para proporcionar la capacidad de obtener altas producciones.

### *¿En qué momento se comienza a podar el cafetal?*

Se ejecuta cuando comienza a disminuir la producción de su cafetal, se hará inmediatamente después de la cosecha y cuando y siempre que las plantas tengan capacidad para emitir nuevos brotes.

### *¿Cuántos tipos de poda se emplearán?*

Según la instrucción técnica se pueden emplear tres tipos fundamentales de poda:

1. *Formación*: Se realiza en cafetos jóvenes para proporcionar la forma y altura deseada a los cafetos.
2. *Saneamiento*: Consiste en mantener en condiciones satisfactorias la plantación durante todo el año, eliminando las ramas muertas, enfermas o que se partieron durante la recolección; así como los chupones (hijos), que son improductivos, las ramas que crecen para la calle y dificultan otras labores, también se eliminarán las ramas que quedan descompensadas después de la cosecha.
3. *Producción*: Se realiza a las plantaciones que tienen sus troncos sin afectaciones, vigorosos, capaces de emitir buenos hijos y que su área productiva se redujo por diferentes causas. Se puede realizar con serruchos, seguetas o motosierras; lo importante es que los cortes se den a bisel, limpios, sin desgarraduras, orientados hacia la calle.