

EFFECTO DEL DEFICIT DE HUMEDAD EN EL SUELO SOBRE LA TEMPERATURA DEL SUELO Y DE LAS HOJAS EN PLANTAS DE *Coffea canephora* y *C. arabica*

Francisco Javier Orozco-Castaño *

Alvaro Jaramillo-Robledo **

La temperatura de las hojas está relacionada, entre otros factores, con el contenido de agua en la planta y en el suelo. Se conoce, en cultivos diferentes al café, que el déficit de agua, propicia aumentos en la temperatura de las hojas, alcanzando temperaturas superiores a la del aire (2, 5, 6, 8, 12, 14, 15), y que el aumento de la temperatura de las hojas puede alterar el metabolismo (7).

Se ha demostrado en trabajos recientes (3, 9), en especies diferentes al café, que se puede utilizar el aumento en la temperatura de las hojas como un indicativo de las necesidades de riego; por su parte Kirkhan et Ahring (9) sugieren que las medidas de temperatura de las hojas se pueden usar para seleccionar plantas resistentes a la sequía.

En café se encontró que el aumento en la temperatura de las hojas provoca un incremento de la concentración interna de CO_2 , el cual reduce la tasa fotosintética. Por encima de 25 °C, la temperatura tiene efecto inhibitorio en la producción de materia seca y a más de 34 °C el crecimiento se aproxima a cero (1).

*: Asistente de la Sección de Fitomejoramiento del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

** : Asistente de la Sección de Agroclimatología del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

Además, se ha sugerido que la disminución de la cantidad de agua en el suelo provocaría aumento en la temperatura de las hojas del cafeto (2).

La temperatura del suelo depende de la cantidad de calor recibido, principalmente del sol, y de la cantidad de agua que contenga el suelo (10). La clase de vegetación o cobertura también influye sobre la temperatura de éste (13).

La temperatura del suelo interviene en la actividad fisiológica de las plantas y en la morfología de los órganos subterráneos. Las raíces superficiales, por ejemplo, se perjudican con la pérdida de humedad del suelo y con el calor excesivo cuando no hay una cobertura apropiada (6).

En cuanto a la influencia de la temperatura del suelo sobre plantas de café menores de un año, puede citarse el trabajo de Franco (4), quien estudió la influencia de diferentes temperaturas controladas en el suelo, sobre el crecimiento de dichas plantas.

En el trabajo que se describe a continuación, complemento de trabajo anterior (11), se midió la temperatura del suelo y de las hojas de plantas de *Coffea canephora* y de *C. arabica* sometidas a tratamientos de déficit de humedad en el suelo, con el fin de conocer los efectos de dichos tratamientos sobre la temperatura de las hojas y del suelo, y el comportamiento de las plantas con diferente grado de resistencia a la sequía.

MATERIALES Y METODOS

Dentro del material descrito en trabajo anterior (11), se seleccionaron plantas de *Coffea canephora* y *C. arabica*, entre cuatro y seis meses de edad. Estas plantas habían sido sometidas a déficit de humedad en el suelo, suspendiendo el riego por períodos de 30 días (T2) y 45 días (T3). La temperatura de las hojas se midió con un equipo electrónico de termopares, instalado en el envés de las hojas del segundo par bien desarrollado, a partir del brote terminal.

Los registros se hicieron en un grupo de plantas los días 26, 28, 30, 33 y 34 después de suspendido el riego, en plantas tomadas al azar dentro de las introducciones Robusta El Salvador, BP-358 y SA-13 de *C. canephora* y las variedades Caturra y Catuai de *C. arabica*. En un segundo grupo, los registros se hicieron durante los días 45 y 46 de tratamiento, en plantas con diferente grado de marchitez, ocasionada por la suspensión del riego durante este período, así: una planta de Robusta Ceilán T-3483 con cero de marchitez, una de

Ugandae Africa T-3696 con grado 2 y dos plantas de la variedad Catuai de *C. arabica* con calificaciones de 4 y 2 en su grado de marchitez. Cada una de las plantas tratadas tenía su testigo correspondiente en plantas regadas de la misma variedad.

Se calculó la temperatura promedio, cada 30 minutos, a partir de lecturas hechas cada seis minutos. Se calculó, además el diferencial de temperatura (ΔT) entre las hojas, el suelo y el aire.

La temperatura del suelo (compuesto por una mezcla 1:1 de tierra y pulpa de café descompuesta), se midió a dos centímetros de profundidad, en suelo con plantas de café y sin ellas y en suelo con riego y sin riego.

RESULTADOS Y DISCUSION

Aunque se hicieron registros nocturnos, solo se presentan los valores diurnos, entre las 9:00 y las 16:00 horas, debido a que durante la noche las variaciones fueron muy pequeñas. En las primeras horas de la noche el aire y las hojas tuvieron menor temperatura que el suelo; éste se enfrió menos rápido; más tarde, la temperatura del suelo igualó a las demás y en las primeras horas de la mañana subió de nuevo la temperatura del aire y de las hojas y más lentamente la temperatura del suelo.

Durante la noche, las hojas de las plantas no regadas tuvieron una temperatura inferior a la de las plantas regadas, especialmente después de 30 días sin riego, pero las diferencias generalmente no excedieron de un grado centígrado.

Temperatura de las hojas durante el día.

El promedio de las temperaturas registradas durante el día (tabla 1) da una idea de las magnitudes y de las tendencias en la temperatura de las hojas de las especies estudiadas, cuando tienen riego y sin él. Las figuras 1 a 5 muestran las curvas de temperatura, en hojas de plantas de *C. canephora* y *C. arabica*, con riego y sin riego durante 30 y 45 días, comparadas con la temperatura del aire circundante y con el brillo solar.

En plantas con riego, las hojas de *C. canephora* presentaron ascensos más rápidos en la temperatura y alcanzaron valores más altos que las hojas de *C. arabica*. Dentro de una misma especie fue mayor la temperatura de las hojas en las plantas dejadas de regar que en las

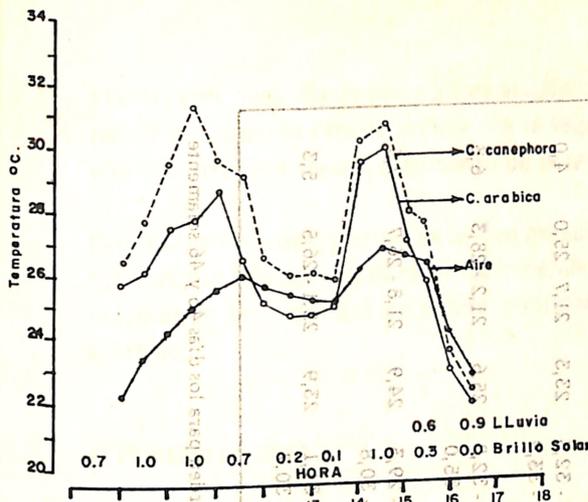


FIGURA 1.- Temperatura de hojas en C. canephora y C. arabica con riego, a los 30 días de iniciados los tratamientos.

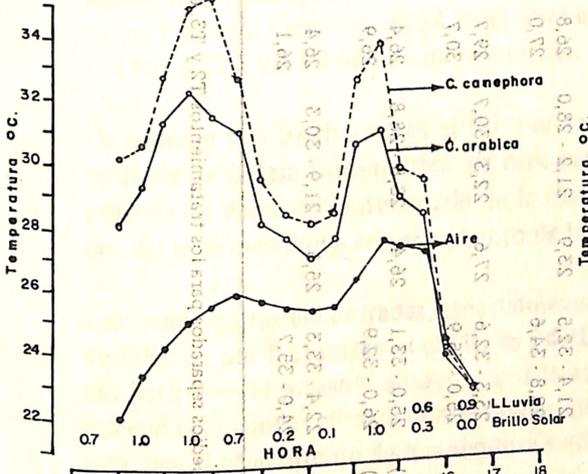


FIGURA 2.- Temperatura de hojas en C. canephora y C. arabica dejadas de regar durante un mes.

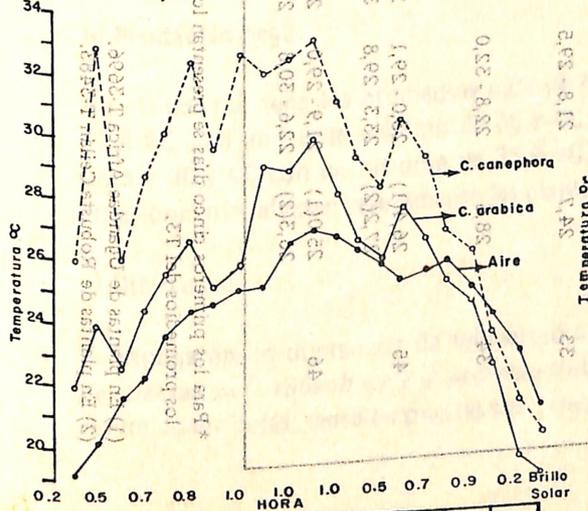


FIGURA 3.- Temperatura de hojas en C. canephora y C. arabica dejadas de regar durante mes y medio.

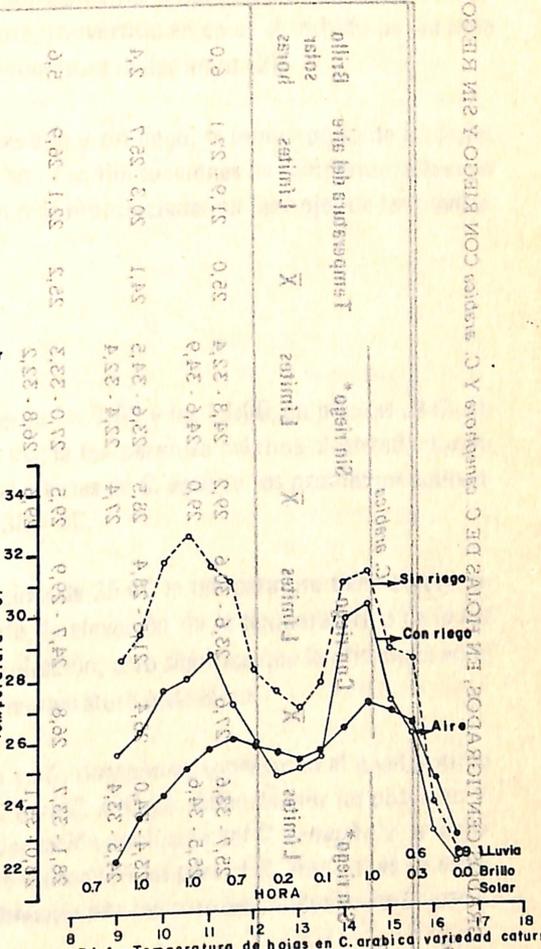


FIGURA 4.- Temperatura de hojas en C. arabica variedad caturra dejadas de regar durante un mes en plantas con riego.

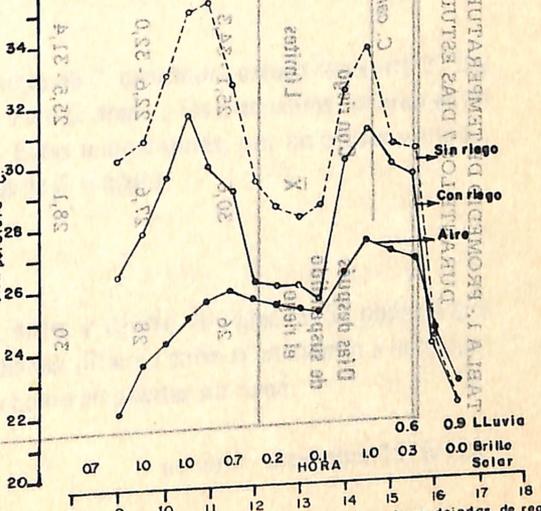


FIGURA 5.- Temperatura de hojas en C. canephora dejadas de regar durante un mes y en plantas con riego.

C. canephora y C. arabica con riego y sin riego.

TABLA 1.- PROMEDIO DE TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS, EN HOJAS DE *C. canephora* Y *C. arabica* CON RIEGO Y SIN RIEGO, DURANTE LOS 7 DIAS ESTUDIADOS.

Días después de suspendido el riego	<i>C. canephora</i>				<i>C. arabica</i>				Temperatura del aire		Brillo solar horas
	Con riego		Sin riego*		Con riego		Sin riego*		\bar{X}	Límites	
	\bar{X}	Límites	\bar{X}	Límites	\bar{X}	Límites	\bar{X}	Límites			
26	30,6	25,1 - 34,3	30,2 31,4	25,7 - 33,6 25,5 - 34,6	27,6	23,6 - 30,6	29,2 29,0	24,8 - 32,4 24,6 - 34,9	25,0	21,9 - 27,1	6,0
28	27,6	22,6 - 32,0	29,0 29,1	23,4 - 34,0 24,3 - 33,4	25,4	21,5 - 28,4	28,5 27,4	23,6 - 34,5 22,4 - 32,4	24,1	20,3 - 25,7	2,4
30	28,1	25,5 - 31,4	30,6 31,0	28,1 - 33,7 28,0 - 35,1	26,8	24,7 - 29,9	29,5 29,3	27,0 - 33,3 26,8 - 32,2	25,2	22,1 - 26,9	5,6
33	24,7	21,8 - 29,5	27,3 27,9	21,4 - 32,5 22,8 - 34,6	23,9	21,2 - 28,0	26,8 27,0	22,3 - 32,3 22,5 - 33,9	23,3	21,7 - 25,0	4,0
34	28,6	22,8 - 32,0	28,9 32,4	23,3 - 32,6 25,0 - 35,9	27,6	22,3 - 30,7	29,7 30,7	23,5 - 32,8 24,5 - 35,0	25,6	21,2 - 28,3	6,3
45	26,4(1) 27,2(2)	23,0 - 29,1 23,3 - 29,8	29,2(1) 30,3(2)	25,0 - 33,1 26,0 - 32,9	26,4	23,8 - 28,8	26,4 26,9	22,5 - 29,3 22,9 - 30,8	24,9	21,8 - 26,7	7,5
46	25,0(1) 26,3(2)	21,9 - 29,0 22,6 - 30,8	27,5(1) 29,6(2)	22,4 - 33,3 24,0 - 35,7	25,6	21,9 - 30,3	26,4 26,1	21,9 - 31,1 21,8 - 30,7	23,9	22,1 - 26,5	5,3

* Para los primeros cinco días se presentan los promedios separados para los tratamientos T2 y T3, en su orden para los días 45 y 46 solamente los promedios del T3.

(1) En plantas de Ugandae Africa T-3696.

(2) En plantas de Robusta Ceilán T-3483.

plantas con riego. Es de esperar que el calor normalmente eliminado a través de la transpiración sea, cuando ésta se reduce por la sequía, convertido en calor absorbido por la hoja y se produzca por tanto un aumento de la temperatura de las hojas (2).

Para todos los casos, plantas de ambas especies con y sin riego, la temperatura de las hojas fue superior a la del aire durante las horas de sol. Las fluctuaciones de temperatura fueron mayores en las hojas que en el aire y mucho más pronunciadas en las hojas de las plantas sin riego.

a) Plantas con riego.

El promedio de la temperatura de las hojas, entre las 9:00 y las 16:00, en plantas de *C. canephora* con riego, estuvo entre 24,7 y 30,6 °C; la temperatura máxima alcanzada durante los días estudiados fue de 34,3 °C. Para las plantas de *C. arabica* los promedios estuvieron entre 23,9 y 27,6 °C con un máximo de 30,7 °C.

De acuerdo con Bierhuizen et al (1), por encima de 25 °C la temperatura tiene efecto retardante de la tasa fotosintética; de otra parte, la elevación de la temperatura o de la luz provoca un aumento considerable de la transpiración; esto significa que la eficiencia en el uso del agua disminuye con el aumento de la temperatura o de la luz.

Las temperaturas encontradas, especialmente en *C. canephora*, sobrepasan el nivel óptimo establecido por Bierhuizen et al (1), de 24 °C para *C. arabica*. Además, por las observaciones hechas en el presente ensayo y por la adaptación ecológica del *C. canephora*, a regiones con condiciones climáticas más cálidas que las requeridas para el *C. arabica*, es de esperarse que el nivel óptimo de temperatura establecido por los autores citados, para *C. arabica*, sea superior para la especie *C. canephora*.

b) Plantas sin riego.

En plantas sin riego los promedios para las hojas de *C. canephora* estuvieron entre 27,3 y 32,4 °C, con un límite máximo de 35,9 °C. Para *C. arabica* los promedios variaron entre 26,3 y 30,7 °C con un máximo de 35,0 °C. Estas temperaturas, por las causas anotadas anteriormente, afectan severamente las plantas de *C. arabica*.

c) Diferencias.

Se estudiaron las diferencias de temperatura, entre y dentro de especies. Se observó que las plantas de *C. canephora* y *C. arabica* estudiadas, difieren entre sí en cuanto a la temperatura de sus hojas, tanto en plantas con riego como en plantas sin riego.

El comportamiento de las plantas evaluadas durante los días 26 a 34 después de suspendido el riego, fue diferente al observado en las plantas seleccionadas por su diferente grado de marchitez, para los días 45 y 46. Dentro de las plantas con alguna resistencia a la sequía hubo diferencias de acuerdo con el grado de marchitez y la introducción.

La temperatura de las hojas, como ya se mencionó, fue en general mayor en *C. canephora* que en *C. arabica*, especialmente cuando hubo brillo solar. Durante los primeros cinco días estudiados la diferencia máxima alcanzada entre las plantas con riego de estas dos especies, estuvo alrededor de 5 °C y las diferencias promedio fluctuaron entre 1 y 3 °C.

En plantas sin riego, las diferencias fueron similares pero los valores absolutos fueron más altos; las máximas estuvieron cercanas a 5 °C con promedios que variaron entre 0,9 y 2,3 °C dependiendo de la introducción o variedad, del brillo solar y de los días sin riego.

El estudio de las diferencias de temperatura establecidas dentro de las plantas de la especie *C. canephora*, reflejó que la temperatura de las hojas sin riego fue superior a la temperatura de las plantas con riego. A medida que aumentaron los días de suspendido el riego, la diferencia en la temperatura de las hojas sin riego respecto a las hojas de plantas regadas fue mayor, desde 0,8 hasta 3,9 °C en promedio, con una diferencia máxima de 6,8 °C.

El diferencial de temperatura (ΔT), respecto al aire, para las hojas de *C. canephora* sin riego, fue superior a los 4,5 °C en promedio para estos primeros cinco días y alcanzó un máximo de 11 °C el día 34, después de suspendido el riego.

En las plantas de *C. arabica*, las diferencias fueron menores pero las tendencias fueron similares; a medida que aumentaron los días sin riego la diferencia de temperatura entre plantas regadas y no regadas fue mayor, desde 1,4 hasta 3,1 °C en los promedios, con una diferencia máxima de 5,9 °C.

El ΔT máximo alcanzado por las plantas de *C. arabica* sin riego fue de 8,9 °C.

Las temperaturas tomadas 45 y 46 días después de suspendido el riego, en plantas con diferente grado de marchitez, presentaron un comportamiento especial (tabla 2).

Al comparar las diferencias entre las especies *C. canephora* y *C. arabica*, en los testigos con riego, se observó que los valores están muy cercanos a cero. Las diferencias entre *C. canephora* y *C. arabica* en la temperatura de las hojas en plantas dejadas de regar durante 45 y 46 días, fueron mayores a las obtenidas para los días 26 a 34, debido a que en las plantas tratadas de la var. Catuai de *C. arabica*, la temperatura no subió mucho por encima de la del aire (máximo 3,8 °C) mientras que en las plantas de la var. Caturra medidas durante los días 26 a 34, como ya se mencionó, los promedios fueron altos, lo cual dismi-

TABLA 2.- DIFERENCIAS EXTREMAS EN LA TEMPERATURA DE LAS HOJAS DE PLANTAS DE *C. canephora* Y *C. arabica* CON Y SIN RIEGO.

Comparación	Días 26 a 34 EXTREMOS		Días 45 y 46 EXTREMOS	
	INF.	SUP.	INF.	SUP.
<i>C. canephora</i> vs. <i>C. arabica</i>				
Con riego	-0.5	5.2	-1.8	2.9
Sin riego	-1.4	4.9	-1.3	6.8
<i>C. canephora</i>				
Sin riego vs. con riego	-0.2	6.8	0.5	6.5
Sin riego vs. aire	0.1	11.0	-0.3	10.2
<i>C. arabica</i>				
Sin riego vs. con riego	0.2	5.9	-1.1	2.8
Sin riego vs. aire	-0.4	8.9	-1.2	3.8

nuyó la diferencia de temperatura entre las dos especies. Parece, por lo menos para el caso de las plantas de la variedad Catuai, que existe algún mecanismo que hace que la temperatura de las hojas de plantas sometidas a déficit de humedad permanezca cercana a la temperatura del aire.

Aun cuando hubo diferencia en el comportamiento de las plantas con diferente grado de marchitez, no fue posible establecer una relación clara entre el grado de marchitez y la temperatura de las hojas debido a que intervienen otros factores tales como la variación genética entre árboles de una introducción. Es necesario ampliar los estudios en este aspecto para poder definir la relación grado de marchitez-temperatura.

Las diferencias de temperatura de las hojas, entre especies y entre variedades, pueden explicarse por diferencias morfológicas, anatómicas y fisiológicas entre los tipos de hojas, tales como el área foliar, el grosor de la lámina, el contenido de clorofila, la cantidad de radiación recibida, la tasa de transpiración, la cantidad de agua en la hoja y el intercambio de calor dependiente del transporte de agua en la planta (15).

Temperatura del suelo.

En la tabla 3 se presentan los valores de temperatura registrados en el suelo, a dos centímetros de profundidad, durante los días 26 a 34 después de suspendido el riego y se comparan con la temperatura del suelo regado y del aire. Puede observarse que, en general, la temperatura del suelo no regado fue superior a la del suelo con riego.

TABLA 3.- PROMEDIO DE TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS, EN SUELO CON PLANTA Y SIN PLANTA, REGADO Y NO REGADO.

Días sin riego	Suelo con planta				Suelo sin planta			
	Con riego		Sin riego		Con riego		Sin riego	
	\bar{X}	Límites	\bar{X}	Límites	\bar{X}	Límites	\bar{X}	Límites
26	23,8	(20,0 - 25,7)	27,4* 27,3**	(21,9 - 29,9) (21,7 - 29,7)	27,4	(20,4 - 31,0)	31,2	(24,2 - 34,2)
28	22,1	(19,2 - 23,9)	27,3 25,5	(21,9 - 29,7) (20,3 - 27,4)	24,8	(19,8 - 26,9)	28,7	(22,2 - 32,0)
30	22,5	(18,8 - 24,7)	28,1 27,6	(22,2 - 30,8) (22,4 - 29,6)	25,8	(20,2 - 28,6)	31,0	(25,7 - 31,0)
33	23,0	(20,5 - 24,6)	27,7 26,1	(23,4 - 33,4) (23,4 - 28,3)	24,7	(20,7 - 26,9)	28,8	(25,5 - 33,0)
34	26,0	(22,3 - 28,8)	28,7 28,5	(23,8 - 31,9) (23,5 - 31,8)	26,9	(21,0 - 31,0)	31,6	(25,5 - 36,2)

Para las comparaciones con la temperatura del aire, ver la tabla 1, en los días respectivos.

* T2

** T3

En los recipientes que tenían plantas de café, la temperatura fue inferior a la de los recipientes con suelo solo. Durante el día, el único suelo que permaneció con temperaturas inferiores a las del aire fue el suelo con plantas y con riego, para la mayoría de los días estudiados. Tanto el suelo con plantas, dejado de regar, como el suelo solo, regado y sin riego, alcanzaron rápidamente temperaturas superiores a las del aire (figuras 6 a 9).

Las variaciones fueron menores en las temperaturas del suelo que en las hojas; solamente en el suelo sin plantas y sin riego se produjeron fluctuaciones marcadas, según la radiación solar.

El suelo con plantas y con riego tuvo promedios de temperatura entre 22 y 26 °C con una máxima de 28,8 °C, mientras el suelo con planta dejado de regar alcanzó promedios entre 25,5 y 28,7 °C, con máxima de 33,4 °C.

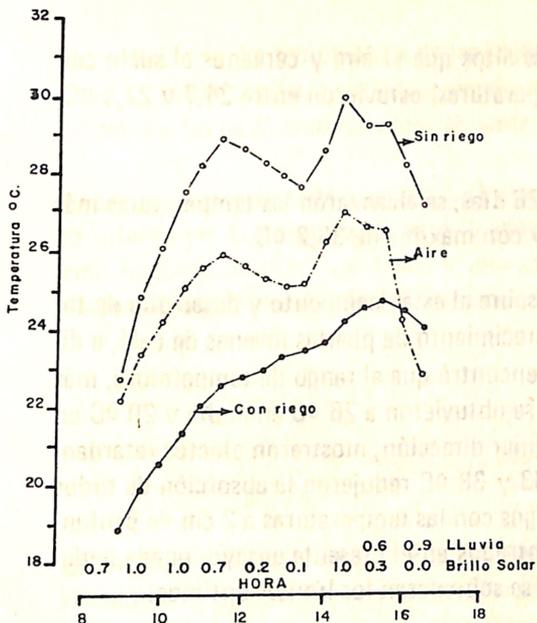
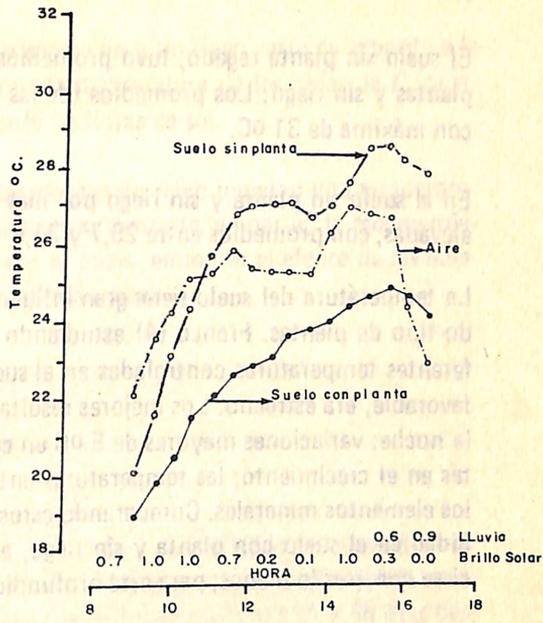


FIGURA 6.- Temperatura del suelo con planta, con riego y sin riego durante 30 días



FIGURAB.- Temperatura del suelo con planta y sin planta en la parcela con riego

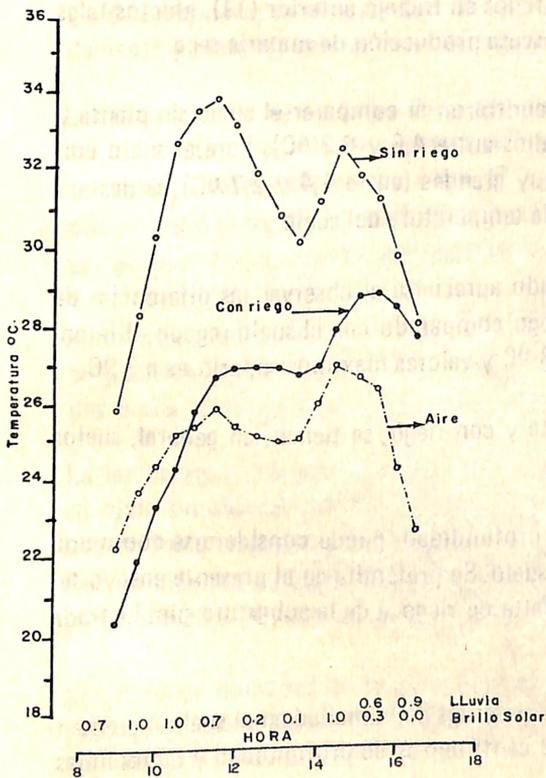


FIGURA 7.- Temperatura del suelo sin planta, con riego y sin riego durante 30 días

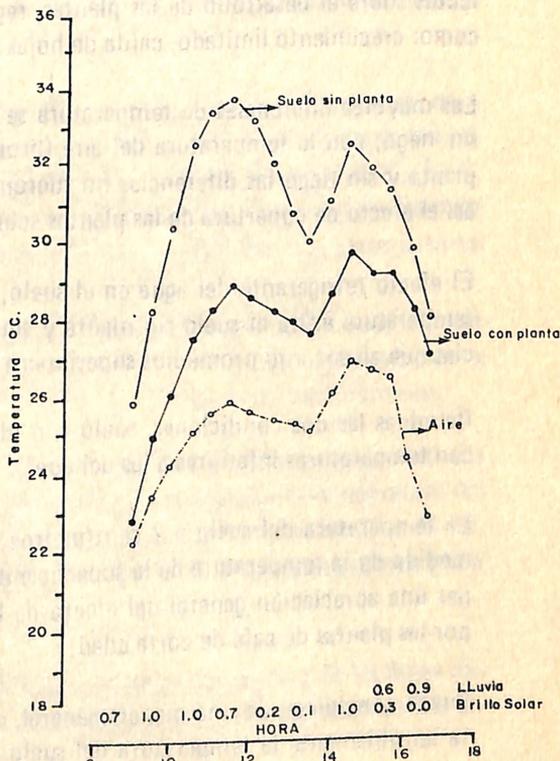


FIGURA 9.- Temperatura del suelo con planta y sin planta en la parcela sin riego durante 30 días

El suelo sin planta regado, tuvo promedios más altos que el aire y cercanos al suelo con plantas y sin riego. Los promedios (de las temperaturas) estuvieron entre 24,7 y 27,4 °C, con máxima de 31 °C.

En el suelo sin planta y sin riego por más de 26 días, se alcanzaron las temperaturas más elevadas, con promedios entre 28,7 y 31,6 °C y con máxima de 36,2 °C.

La temperatura del suelo tiene gran influencia sobre el establecimiento y desarrollo de todo tipo de plantas. Franco (4) estudiando el crecimiento de plantas jóvenes de café, a diferentes temperaturas controladas en el suelo, encontró que el rango de temperatura, más favorable, era estrecho. Los mejores resultados se obtuvieron a 26 °C en el día y 20 °C en la noche; variaciones mayores de 5 °C en cualquier dirección, mostraron efectos retardantes en el crecimiento; las temperaturas entre 33 y 38 °C redujeron la absorción de todos los elementos minerales. Comparando estos rangos con las temperaturas a 2 cm de profundidad en el suelo con planta y sin riego, encontrados en el presente ensayo, puede deducirse que, por lo menos, para esta profundidad, se sobrepasan los límites óptimos.

Las temperaturas alcanzadas por el suelo con planta, dejado de regar, pueden haber influido, además de la falta de agua, en el deterioro del sistema radical y en los consecuentes efectos sobre el desarrollo de las plantas, registrados en trabajo anterior (11), efectos tales como: crecimiento limitado, caída de hojas y escasa producción de materia seca.

Las mayores diferencias de temperatura se encontraron al comparar el suelo sin planta y sin riego, con la temperatura del aire (promedios entre 4,6 y 6,2 °C). Para el suelo con planta y sin riego las diferencias no fueron muy grandes (entre 1,4 y 2,7 °C); se destaca así el efecto de cobertura de las plantas sobre la temperatura del suelo.

El efecto refrigerante del agua en el suelo, pudo apreciarse al observar las diferencias de temperatura entre el suelo sin planta y sin riego comparado con el suelo regado, diferencias que alcanzaron promedios superiores a 3,8 °C y valores máximos superiores a 7 °C.

Reunidas las dos condiciones, suelo con planta y con riego, se tienen, en general, suelos con temperaturas inferiores a las del aire.

La temperatura del suelo a 2 centímetros de profundidad, puede considerarse como una medida de la temperatura de la superficie del suelo. Se pretendía en el presente ensayo tener una apreciación general del efecto de la falta de riego y de la cobertura suministrada por las plantas de café de corta edad.

Puede concluirse, de una manera general, que el déficit de humedad en el suelo incrementa sensiblemente la temperatura del suelo a 2 centímetros de profundidad y de las hojas,

durante el día. La temperatura de las hojas de plantas con y sin riego varía de acuerdo a la especie, introducción o variedad, siendo superior la temperatura de las hojas de *C. canephora* que las de *C. arabica*, especialmente durante las horas de sol.

El hecho de que durante la noche las hojas de las plantas sin riego tuvieran una temperatura inferior en aproximadamente un grado centígrado sustentaría, en parte, la recomendación hecha en el Brasil mediante la cual con riego se puede aminorar el efecto de las heladas, especialmente si ha habido anteriormente períodos secos.

RESUMEN

En el presente estudio se midió la temperatura del suelo y de las hojas en plantas de *C. canephora* y *C. arabica*, con diferente grado de marchitez, sometidas a diferentes tratamientos de déficit de humedad del suelo. Los datos se tomaron entre los 26 y 46 días después de suspendido el riego.

En *C. canephora*, la temperatura de las hojas de las plantas con riego, aumentó más rápidamente y presentó valores mayores que en *C. arabica*.

Las temperaturas de las hojas de las plantas sin riego fue mayor que la de las plantas regadas, siendo superior a la temperatura del aire durante las horas sol. El promedio de temperatura en *C. canephora* estuvo entre 27,3 y 32,4 °C, con un máximo de 35,9 °C. En *C. arabica* varió entre 26,3 y 30,7 °C, con un máximo de 35 °C. Estas temperaturas sobrepasan el nivel óptimo de temperatura de las hojas (24 °C), establecido por otros autores.

Hubo diferencias notorias en las respuestas, entre las plantas seleccionadas por su diferente grado de resistencia aparente al déficit de humedad en el suelo y las plantas seleccionadas al azar, pero no se encontró relación entre el grado de marchitez y la temperatura.

La temperatura del suelo fue mayor, en suelos sin riego que en suelo regado y aún más alta en suelo sin plantas de café. La temperatura del suelo fue más baja que la temperatura del aire en suelos regados y con plantas, y presentó una temperatura media entre 22 y 26 °C, con un máximo de 28,8 °C. En suelo sin riego y con planta la temperatura estuvo entre 25,5 °C y 28,7 °C, con un máximo de 33,4 °C.

El déficit de humedad en el suelo incrementó la temperatura del suelo y de las hojas durante el día. Este aumento en la temperatura pudo haber aumentado los efectos de la sequía sobre el desarrollo de las plantas.

SUMMARY

The present study deals with measurements of both soil and leaf temperatures on *C. canephora* and *C. arabica* seedlings with different wilting degree to several treatments of soil water stress. Data were taken during the interval of the 26th through the 46th day after the end of the irrigation period.

Leaf temperatures of the irrigated plants of *C. canephora* increased faster and showed major values than the *C. arabica* ones.

Leaf temperatures of the unirrigated plants was higher than the irrigated ones, being superior to the air temperature during sunlight hours. The average temperature recorded on *C. canephora* was between 27,3 and 32,4 °C with a maximum of 35,9 °C. In *C. arabica* it varied between 26,3 and 30,7 °C with a maximum of 35,0 °C. These temperatures surpass the optimum temperature level of the leaves (24 °C), as established by other authors.

There were striking differences in the responses between plants selected by their different degrees of apparent resistance to soil water stress and plants selected at random, but not relationship was found between wilting degree and temperature.

Soil temperature was higher in unirrigated soil than in irrigated ones and much higher in soil with no coffee plants. Soil temperature was lower than air temperature in irrigated soil with plants and showed a mean temperatures between 22 and 26 °C, with a maximum of 28,8 °C. On non irrigated soil with plants, the temperatures ranged between 25,5 and 28,7 °C with a maximum of 33,4 °C.

The soil water stress increased both leaf and soil temperatures. This increment in temperature could have augmented the affects of drought on the development of the plants.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- BIERHUIZEN, Ma. A.; NUNES, C. P. Estudos sobre a produtividade do cafeeiro. I-Efeito da luz, temperatura e concentração de CO₂ na fotossíntese de *Coffea arabica*. Estudos Agronômicos (Portugal) 11/12:15-25. 1970-1971.
- 2.- BIERHUIZEN, Ma. A.; NUNES, C. P. Estudos sobre a produtividade do cafeeiro. II- Influencia da humidade do solo na fotossíntese e transpiração de *Coffea arabica*. Estudos Agronômicos (Portugal) 11/12:29-35. 1970-1971.

- 3.- EHRLER, W. L.; IDSO, S. B.; JACKSON, R. D.; REGINATO, R. J. Diurnal changes in plant water potential and canopy temperature of wheat as affected by drought, *Agronomy Journal* (EE. UU.) 70(6):999-1004. 1978.
- 4.- FRANCO, C. M. Influence of temperature on growth of coffee plant. New York, IBEC. Research Institute 1958. 24 p. (Bulletin N° 16).
- 5.- GATES, D. M. Transpiration and leaf temperature. *Annual Review of Plant Physiology* (EE. UU.) 19:211-232. 1968.
- 6.- GAVANDE, S. A. Física de suelos; principios y aplicaciones. México, Limusa Wiley, 1972. 351 p.
- 7.- HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology* (EE. UU.). 24: 519-570. 1973.
- 8.- IDSO, S. B.; JACKSON, R. D.; REGINATO, R. J. Remote-sensing of crop yields. *Science* (EE. UU.) 196:19-25. 1977.
- 9.- KIRKHAM, M. B.; AHRING, R. M. Leaf temperature and internal water status of wheat grown at different root temperatures. *Agronomy Journal* (EE. UU.) 70:(4):657-662. 1978.
- 10.- LEOPOLD, A. C. Plant growth and development. New York, Mc. Graw-Hill. 1964, pp. 373-374.
- 11.- OROZCO C., F. J.; JARAMILLO R., A. Comportamiento de introducciones de *Coffea* sometidas a condiciones de déficit de humedad en el suelo. *Cenicafé* (Colombia) 29(3):61-93. 1978.
- 12.- RASCHKE, K. Heat transfer between the plant and the environment. *Annual Review of Plant Physiology* (EE. UU.) 11:111-126. 1960.
- 13.- RUSSELL, E. W.; RUSSELL, E. J. The temperature of the soil. In RUSSELL E. W.; RUSSELL E. J. *Soil conditions and plant growth*. New York, John Wiley, 1961. pp. 352-360.
- 14.- TANNER, C. B. Plant temperatures. *Agronomy Journal* (EE. UU.) 55(2):210-211. 1963.
- 15.- ZAHNER, R. Water deficits and growth of trees. In Koslowski, T. T. ed. *Water deficits and plant growth*. New York, Academic Press, 1968. Vol. 2, pp. 191-254.