

# COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DE CAFEIROS SUBMETIDOS A DIFERENTES DISPONIBILIDADES DE ÁGUA NO SOLO

## PHYSIOLOGICAL BEHAVIOR OF COFFEE SUBJECT TO THE DIFFERENT SOIL WATER

Luiz Fernando Coutinho de OLIVEIRA<sup>1</sup>; Ruth Zago OLIVEIRA<sup>2</sup>  
Tomás de Aquino PORTES E CASTRO<sup>3</sup>

1. Professor das Universidades Federais de Lavras e de Goiás, Bolsista de Produtividade do CNPq; 2. Engenheira Agrônoma, Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil; [lfco@pq.cnpq.br](mailto:lfco@pq.cnpq.br);

3. Professor, Doutor, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil.

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo a avaliação do comportamento fisiológico de cultivares de cafeeiros, submetidos às diferentes disponibilidades de água no solo, para as condições edafoclimáticas da região de Goiânia. Os regimes de água no solo empregados neste trabalho foram: não irrigado, irrigado em função da porcentagem da área molhada e do coeficiente de localização. As irrigações foram aplicadas a cada 4 dias, com lâmina de irrigação variável em função da evapotranspiração no período e com o tempo de aplicação de água determinado em função do manejo da irrigação. Foram selecionadas três linhas de plantio para se proceder a análise do comportamento fisiológico dos cultivares Catimor, Catucaí, Iapar, Obatã e Oeiras submetidas aos três manejos de irrigação. Foram avaliados os potenciais da água no solo, na planta e na atmosfera, a resistência difusiva de vapor de água pelos estômatos e a transpiração. Os cultivares Catimor e Catucaí foram as que apresentaram maior e menor resistência às condições edafoclimáticas para região de Goiânia, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação. Resistência difusiva. Transpiração.

### INTRODUÇÃO

A limitada disponibilidade, o aumento da demanda e o preço da água, em muitas regiões, obriga à otimização na utilização dos recursos hídricos disponíveis. Nesse contexto, é fundamental o conhecimento das necessidades de água das culturas, como primeiro passo para definição das estratégias de projeto e manejo de irrigação (BONOMO, 1999).

Grande parte do sucesso de um programa de irrigação depende da determinação correta do momento de aplicar água no solo suprindo as necessidades das plantas nos seus diferentes estádios de desenvolvimento. Dentre os métodos para determinação da época de irrigação, existem aqueles que utilizam à resposta da própria planta como indicador do momento oportuno de se efetuar a irrigação (LIMA et al., 2000).

Vários autores citados por Nogueira et al. (2001 e 2002) comentam que o emprego de caracteres fisiológicos pode beneficiar o melhoramento genético com o objetivo de se obter materiais com tolerância a condições de seca. A seleção de materiais adaptados aos diferentes ecossistemas e com características agronômicas superiores é fundamental para o aumento da fronteira agrícola. Segundo esses autores, vários parâmetros têm sido estudados para avaliar a resposta das espécies vegetais ao estresse hídrico,

destacando-se o potencial hídrico foliar, potencial osmótico e conteúdo relativo de água, a condutância estomática e a transpiração e a temperatura foliar.

O movimento de água no sistema solo-planta-atmosfera ocorre em resposta às diferenças entre os potenciais da água no solo, planta e atmosfera (REICHARDT; TIMM, 2004). A quantidade de água nas folhas, expressa pelo potencial hídrico foliar, é reflexo do processo dinâmico do transporte da água no sistema solo-planta-atmosfera, envolvendo as resistências ao fluxo hídrico na fase líquida.

A abertura estomática tem elevada importância agronômica por ser a principal passagem controlada pela planta na troca de gases. No cafeeiro, o fechamento dos estômatos tem sido frequentemente considerado como indicador primário do déficit hídrico. Variações no grau de abertura dos estômatos podem ocorrer até mesmo quando apenas um terço da água disponível do solo é consumido (NUNES, 1976), mas que não são acompanhadas, efetivamente, por um decréscimo proporcional nas taxas de transpiração.

Silva et al. (2000) avaliando o efeito da radiação fotossinteticamente ativa e do déficit de pressão de vapor sobre o comportamento estomático de cafeeiros concluíram que a taxa respiratória diminui com o aumento da resistência estomática durante o dia, no período de maior demanda atmosférica, em que, os cafeeiros irrigados

transpiram a uma taxa superior aos não irrigados. No final do dia, os autores observaram um decréscimo da resistência estomática em função da redução do déficit de saturação de vapor e atribuem a esse comportamento a dependência da resistência estomática e da taxa respiratória a fatores ambientais.

O aumento da resistência estomática no decorrer do dia, provocado pelo aumento do déficit de pressão de vapor, promove perda de turgescência das folhas, representando um mecanismo de defesa contra o aumento da taxa de transpiração. Este comportamento foi verificado em várias espécies vegetais por Laffray; Louguet (1990) em estudos com espécies florestais por Cascardo (1991) e Cairo (1992) e especificamente para cafeeiros por Silva et al. (2000).

Carelli et al. (2000) estudando o fluxo de seiva em plantas de café em submetidas a diferentes regimes de água no solo verificaram que a densidade de fluxo de seiva aumentou com a irradiância tanto em condições de seca como irrigado, sendo maior na segunda condição, devido à maior disponibilidade de água no solo. Os mesmos autores comentam que, em plantas de café não irrigadas, o déficit hídrico é normalmente associado às altas irradiâncias, contudo, existem poucas informações sobre o comportamento fisiológico de cafeeiro submetido a diferentes condições edafoclimáticas.

Em vista do exposto, este trabalho teve como objetivo a avaliação do comportamento fisiológico de cultivares de cafeeiros submetidos a diferentes disponibilidades de água no solo nas condições edafoclimáticas da região de Goiânia.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, plantada com as cultivares de café Catimor, Catucaí, Iapar, Obatã e Oeiras, espaçadas de 0,75 por 2,5 m, com 36 meses de idade, irrigadas por gotejamento, com uma linha de irrigação por linha de plantas.

Os tratamentos referentes à disponibilidade de água no solo foram: não irrigado (NI), irrigado em função da porcentagem da área molhada (P) e em função do coeficiente de localização (Kl). As irrigações foram aplicadas a cada 4 dias, com lâmina de irrigação variável em função da evapotranspiração no período e com o tempo de aplicação de água determinado em função do manejo da irrigação, ou seja:

$$T_p = \frac{A \times P \times LI}{\text{CUD} \times \bar{q} \times n}$$

$$T_{Kl} = \frac{A \times LI \times Kl}{\text{CUD} \times \bar{q} \times n}$$

em que,

$T_p$  e  $T_{Kl}$  = tempos de aplicação de água em horas, para os manejos de irrigação em função de P e Kl, respectivamente;

A = área de influência da planta de cafeeiro, m<sup>2</sup>;

LI = lâmina de irrigação, mm;

CUD = coeficiente de distribuição de vazão;

$\bar{q}$  = vazão média dos gotejadores de, L h<sup>-1</sup>;

n = número de emissores por planta.

A área de influência da planta de cafeeiro é definida pelo produto do espaçamento das plantas de cafeeiros, sendo, portanto, igual a 1,875 m<sup>2</sup>. O número de emissores por planta (1,5 gotejadores planta<sup>-1</sup>) foi obtida pela relação entre o espaçamento entre plantas na fileira e o espaçamento dos gotejadores ao longo da linha lateral de irrigação.

A vazão média dos gotejadores de 4,2 L h<sup>-1</sup> e o coeficiente de distribuição de vazão de 96,2 %;  $\bar{q}$  foram determinados no campo seguindo a metodologia de avaliação proposta por Merriam; Keller (1978).

A porcentagem da área molhada foi obtida pela relação entre a largura da faixa irrigada definida pelo diâmetro médio do bulbo de umedecimento de 1,20 m e o espaçamento entre as fileiras de plantas de cafeeiros, proporcionando um valor de P igual a 48,0%.

O coeficiente de localização foi obtido em função da área de projeção da copa das plantas de cafeeiros pelo emprego da seguinte equação:

$$Kl = A_c + 0,15 (1 - A_c)$$

em que,  $A_c$  = é a fração da área sombreada.

A fração da área sombreada foi obtida pela relação entre a área média de projeção da copa (1,33 m<sup>2</sup>) e a área de influência das plantas de cafeeiros, o que proporcionou um Kl igual a 0,75.

A lâmina de irrigação foi determinada pelo balanço de água no solo, sendo que a umidade do solo nos dias em que se procederam às irrigações foram medidas com auxílio de um TDR portátil modelo Hydrosense, nas camadas de solo 0 a 20 cm e 20 a 40 cm.

Foram selecionadas três linhas de plantio, para se proceder a análise do comportamento fisiológico das cultivares de cafeeiros submetidos aos três manejos de irrigação. Para tal, foram avaliados os potenciais da água no solo, na planta e na atmosfera, a resistência estomática e a transpiração. Foram realizadas quatro avaliações um

dia após as irrigações, sendo duas no mês de setembro e as demais em outubro. As medições foram realizadas ao longo do dia em intervalos de três horas, sendo a primeira medição as 6:00 horas e a última as 18:00 horas.

Para quantificar os potenciais matriciais da água no solo, foram instaladas duas baterias de tensiômetros de mercúrio nas linhas de cafeeiros irrigados, nas profundidades de 10 e 30 cm, como sendo os pontos médios das camadas de solo. O potencial matricial foi determinado empregando a seguinte expressão:

$$\psi_m = -123,48L + 9,8Z$$

em que,

$\psi_m$  = potencial matricial, kPa;

L = leitura da ascensão da coluna de mercúrio, m;

Z = profundidade de instalação da cápsula porosa, medida a partir da cuba de mercúrio, m.

Devido à limitação de leitura do tensiômetro, na linha dos cafeeiros não irrigados, os potenciais matriciais foram determinados indiretamente, empregando os modelos de Genuchten ajustados para descrever as curvas de retenção de água no solo (Tabela 1). Para tal, foram retiradas amostras deformadas do solo nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm e a umidade determinada pelo método padrão de estufa.

$$\psi_m = \left[ \left( \frac{\theta_s - \theta_r}{\theta - \theta_r} \right)^{\frac{1}{m}} - 1 \right]^{\frac{1}{n}}$$

em que,

$\theta$  = umidade volumétrica,  $m^3 m^{-3}$ ;

$\theta_s$  = umidade volumétrica de saturação,  $m^3 m^{-3}$ ;

$\theta_r$  = umidade volumétrica residual,  $m^3 m^{-3}$ ;

$\alpha$ ,  $n$  e  $m$  = coeficientes de ajuste do modelo que dependem do arranjo dos poros do solo.

**Tabela 1.** Parâmetros de ajuste do modelo de Genuchten

Camadas de solo (cm)	$\alpha$	$m$	$n$	$\theta_r$ ( $m^3 m^{-3}$ )	$\theta_s$ ( $m^3 m^{-3}$ )	$r^2$
0 - 20	0,0150	0,50	2,00	0,284	0,487	0,9853
20 - 40	0,0150	0,50	2,00	0,268	0,502	0,9784

Fonte: Silva et al. (2002)

O estado hídrico das plantas foi avaliado pelo potencial foliar empregando a câmara de Scholander. Para tal, coletaram-se para cada planta avaliada, duas folhas sadias no terço médio da altura total do cafeeiro. As folhas foram envolvidas por papel alumínio e posteriormente colocadas em caixa de isopor até o momento de determinação do potencial hídrico das folhas. Na câmara de Scholander, o potencial hídrico das folhas se deu pela leitura do manômetro no momento em que se observou a primeira gota de seiva pelo pecíolo.

Na atmosfera, o potencial hídrico foi determinado indiretamente em função da umidade relativa e da temperatura do ar no momento das avaliações. Para tal, foi instalada na área experimental uma estação automatizada modelo Weather Wizard III da Davis, com os sensores de umidade relativa e temperatura instalados na altura das plantas de café e o de velocidade e direção do vento acima das plantas. O potencial hídrico da atmosfera, foi obtido pelo emprego da seguinte equação:

$$\psi_{atm} = -n R T \ln(UR)$$

em que,

$\psi_{atm}$  = potencial hídrico na atmosfera, Pa;

$n$  = número de moles de 55500 mol  $m^{-3}$ ;

R = constante universal dos gases perfeitos de 8,2 Pa  $m^3 mol^{-1} K^{-1}$ ;

T = temperatura do ar,  $^{\circ}K$  e

UR = umidade relativa adimensional.

Na análise da resistência estomática e da transpiração, empregou-se um porômetro modelo LI 1600 - Steady State Porometer. As leituras foram feitas nas partes superiores e inferiores das folhas dos cafeeiros, próximas dos pontos de coletas das folhas para a determinação do potencial hídrico.

De posse das medições dos potenciais hídricos no sistema solo-planta-atmosfera e das leituras realizadas com o auxílio do porômetro, fez-se às análises do comportamento fisiológicos das plantas de cafeeiros irrigadas e não irrigadas com os potenciais de água no solo e atmosfera para os diferentes regimes de água no solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os valores médios dos potenciais matriciais, hídricos foliares e atmosféricos, para os diferentes cultivares de cafeeiros, horários das avaliações e manejo de irrigação. Na referida Tabela pode-se observar que, os valores dos potenciais matriciais ( $\psi_m$ ) no dia

seguinte a irrigação, são superiores na camada de 0 a 20 cm, em relação à camada imediatamente abaixo, indicando a existência de um processo de redistribuição de água no solo. Por outro lado, ao longo do dia verificam-se uma redução nos valores de ( $\psi_m$ ) para as ambas as camadas do solo, indicando um processo de extração de água pelo sistema radicular dos cafeeiros. Com relação ao manejo da irrigação, verifica-se que, os valores de ( $\psi_m$ ) são inferiores, quando não se irriga (NI), seguido do manejo baseado na porcentagem da área molhada (P) e coeficiente de localização (Kl).

Na condição de não irrigação, a umidade nas camadas de solo avaliadas são menores do que na condição irrigada, proporcionando menores valores de ( $\psi_m$ ), o que dificulta a extração de água no solo pelas plantas. Em relação à condição irrigada, quando se adotou no manejo o coeficiente de localização, houve um aumento da lâmina de irrigação aplicada, o que proporcionou um aumento dos valores de ( $\psi_m$ ), quando comparado com o manejo adotando a porcentagem de área molhada.

Com relação ao potencial hídrico foliar ( $\psi_f$ ), observa-se a mesma tendência observada para o  $\psi_m$ , ou seja, maiores valores de  $\psi_f$  para o manejo de irrigação adotando o Kl, seguido do manejo com o emprego de P como fator de correção da área efetivamente irrigada seguido da condição não irrigada, mostrando a importância da irrigação na manutenção do nível de turgescência das células, favorecendo a abertura estomática. Para todas as cultivares avaliadas, o  $\psi_f$  apresentou uma dependência do  $\psi_m$  médio entre as camadas de solo de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, com uma diminuição do  $\psi_f$  com a umidade do solo da manhã até o final da tarde. A partir das 15:00 horas houve uma tendência na recuperação da turgescência das folhas em resposta ao aumento da umidade relativa, que proporciona um aumento no potencial hídrico da atmosfera.

De um modo geral, pode-se inferir que a cultivar Catucaí foi a que apresentou uma maior sensibilidade ao déficit de água no solo, com  $\psi_f$  médios diários de -1,07 e -1,96 MPa para os manejos de irrigação Kl e NI, respectivamente. Por outro lado, a mais resistente ao déficit hídrico provavelmente foi a cultivar Catimor, com valores de  $\psi_f$  médios diários de -0,92 e -1,55 MPa para os manejos de irrigação Kl e NI, respectivamente. A mesma tendência não se verificou quando se adotou o manejo de irrigação baseado na porcentagem de área molhada (P), em que, as cultivares menos e

mais resistentes ao déficit de água no solo, foram a Oeiras e Obatã com  $\psi_f$  médios diários de -1,22 e -1,04 MPa, respectivamente. Os valores do  $\psi_f$  encontrados nas avaliações estão de acordo com os observados por Soares (2001), Oliveira et al. (2003) e Iafe et al. (2003) que obtiveram para as mais diversas condições de manejo de irrigação,  $\psi_f$  variando de -0,2 a -3,0 MPa. Segundo Guerra et al. (2005), no manejo da irrigação do cafeeiro, o estresse hídrico controlado deve ser interrompido quando os potenciais hídricos no solo e foliar atingir em torno de -40 a -60 kPa e -2,0 MPa, respectivamente, o que foi observado nos horários mais quentes do dia para o manejo não irrigado.

De modo geral, os valores dos  $\psi_f$  no início da manhã e final da tarde foram maiores quando se adotou o manejo baseado no Kl em relação ao P, e o inverso foi verificado entre os horários de 12:00 e 15:00 horas, para todas as cultivares avaliadas, devido à maior disponibilidade de água no solo, o que poderá favorecer o aumento da transpiração.

Com relação aos potenciais hídricos médios na atmosfera (Tabela 2), verifica-se valores dos  $\psi_{atm}$ , bem menores aos observados no solo e na planta e, ao longo do dia, com uma diminuição a partir da primeira leitura as 6:00 horas, atingindo os menores valores por volta das 15:00 horas e aumentando novamente no final do dia. Tal comportamento semelhante ao observado para a umidade relativa, que na parte da manhã é maior em função das menores temperaturas, decrescendo ao longo do dia com o aumento da temperatura e voltando a aumentar novamente no final do dia. Os valores médios diários do  $\psi_{atm}$ , variaram entre -141,24 a -170,52 MPa, para uma variação correspondente de umidade relativa do ar de 41,0 e 29,1%.

Observa-se na Tabela 2 que há uma tendência dos valores dos  $\psi_f$  acompanhar o  $\psi_{atm}$ , ou seja, à medida que os valores do  $\psi_{atm}$  decrescem, há também um decréscimo nos valores do  $\psi_f$ , para os diferentes manejos de irrigação, mostrando um mecanismo das plantas de cafeeiros em rebaixar o potencial hídrico foliar em resposta à demanda atmosférica na tentativa de absorver a água do solo. Para todas as cultivares quando não irrigadas apresentaram uma tendência em aumentar o  $\psi_f$  mesmo quando o  $\psi_{atm}$  estavam decrescendo (Tabela 2), o que segundo Rena; Maestri (2000) as plantas de cafeeiro cultivadas em sequeiro tendem a se recuperarem mais rapidamente que plantas irrigadas, quando as mesmas passam por déficit hídrico.

**Tabela 2.** Potenciais matriciais, hídricos foliares e atmosféricos para os diferentes cultivares e manejos de irrigação

Cultivar	Horário	$\Psi_m$ (kPa)						$\Psi_f$ (MPa)			$\Psi_{atm}$ (MPa)
		Camada de 0 - 20 cm			Camada de 20 - 40 cm			P	KI	NI	
		P	KI	NI	P	KI	NI				
Catimor	06:00	-3,66	-2,77		-7,02	-6,31		-0,50	-0,36	-0,68	-64,23
	09:00	-3,94	-3,11		-7,27	-6,95		-0,99	-0,92	-1,60	-161,34
	12:00	-4,41	-3,77	-20,70	-7,55	-7,64	-41,02	-1,51	-1,39	-2,18	-207,06
	15:00	-5,64	-5,35		-8,09	-8,21		-1,35	-1,23	-1,72	-222,79
	18:00	-6,27	-6,52		-8,75	-9,59		-0,92	-0,72	-1,55	-142,17
Catucaí	06:00	-3,66	-2,77		-7,02	-6,31		-0,51	-0,37	-1,04	-64,23
	09:00	-3,94	-3,11		-7,27	-6,95		-1,18	-0,98	-2,04	-161,34
	12:00	-4,41	-3,77	-20,70	-7,55	-7,64	-41,02	-1,75	-1,59	-2,55	-207,06
	15:00	-5,64	-5,35		-8,09	-8,21		-1,52	-1,56	-2,23	-222,79
	18:00	-6,27	-6,52		-8,75	-9,59		-0,93	-0,84	-1,88	-142,17
Iapar	06:00	-3,66	-2,77		-7,02	-6,31		-0,51	-0,41	-0,70	-64,23
	09:00	-3,94	-3,11		-7,27	-6,95		-1,04	-0,85	-1,74	-161,34
	12:00	-4,41	-3,77	-20,70	-7,55	-7,64	-41,02	-1,66	-1,42	-2,15	-207,06
	15:00	-5,64	-5,35		-8,09	-8,21		-1,55	-1,47	-2,14	-222,79
	18:00	-6,27	-6,52		-8,75	-9,59		-1,12	-0,72	-1,37	-142,17
Obatã	06:00	-3,66	-2,77		-7,02	-6,31		-0,48	-0,40	-0,84	-64,23
	09:00	-3,94	-3,11		-7,27	-6,95		-1,00	-0,73	-2,20	-161,34
	12:00	-4,41	-3,77	-20,70	-7,55	-7,64	-41,02	-1,47	-1,49	-2,49	-207,06
	15:00	-5,64	-5,35		-8,09	-8,21		-1,46	-1,43	-1,98	-222,79
	18:00	-6,27	-6,52		-8,75	-9,59		-0,79	-0,79	-1,41	-142,17
Oeiras	06:00	-3,66	-2,77		-7,02	-6,31		-0,54	-0,32	-0,70	-64,23
	09:00	-3,94	-3,11		-7,27	-6,95		-1,08	-0,88	-1,80	-161,34
	12:00	-4,41	-3,77	-20,70	-7,55	-7,64	-41,02	-1,77	-1,49	-2,27	-207,06
	15:00	-5,64	-5,35		-8,09	-8,21		-1,59	-1,43	-2,07	-222,79
	18:00	-6,27	-6,52		-8,75	-9,59		-0,94	-0,70	-1,60	-142,17

As cultivares Catimor e Obatã, de um modo geral, foram as que apresentaram uma maior resistência ao déficit de vapor na atmosfera, aqui avaliado pelo  $\Psi_{atm}$ , pois para a mesma demanda, essas cultivares foram as que apresentaram os maiores valores do  $\Psi_f$ , mostrando a capacidade em regular o nível de água nas folhas. Por outro lado, a cultivar Catucaí foi a que apresentou a maior sensibilidade com relação à demanda atmosférica, apresentando em média os menores valores do  $\Psi_f$ , como pode ser observado pelos valores médios dos  $\Psi_f$  e  $\Psi_{atm}$  apresentados na Tabela 2. Tal comportamento foi também verificado pela análise dos  $\Psi_f$  e  $\Psi_m$ , o que permite inferir que as cultivares Catimor e Catucaí foram as que apresentaram maior e menor resistência as condições edafoclimáticas nas quais foram realizadas as avaliações para a região de Goiânia, GO.

Para a condição de não irrigação (NI), observa-se menores valores do  $\Psi_f$  seguido do manejo P e KI, para um mesma demanda atmosférica. No manejo KI, para algumas cultivares apresentaram o comportamento de aumentar o  $\Psi_f$  antes que as condições ambientais estivessem favoráveis, pelo fato deste manejo aplicar uma maior lâmina de irrigação, fazendo com que o  $\Psi_m$  fosse maior, tendo mais água disponível no solo para a planta. Acredita-se que uma forma de avaliar o comportamento destas cultivares de café, em relação a esta tendência de aumento do  $\Psi_f$  mesmo que o  $\Psi_{atm}$  e o  $\Psi_m$  estejam decrescendo, seja analisando o comportamento das cultivares quando submetidas ao manejo P, pois a lâmina de irrigação aplicada e o  $\Psi_m$  foram menores que no manejo KI.

A cultivar Catimor apresentou comportamento diferente das demais, quando

submetida ao manejo P. Em todas as avaliações o  $\psi_f$  aumentou quando o  $\psi_{atm}$  ainda decrescia, o que pode ser uma característica genética desta cultivar em aumentar o  $\psi_f$  mesmo que os fatores ambientais ( $\psi_{atm}$  e  $\psi_m$ ) não estejam favoráveis para que isto aconteça.

Os valores médios da resistência difusiva foliar (Rs), transpiração (T) e potencial hídrico foliar ( $\psi_f$ ) ao longo do dia, para todas as cultivares e manejos de irrigação, estão apresentados na Tabela 3, nas quais pode-se observar uma tendência de que os valores de Rs variam diretamente com o  $\psi_f$ , com um aumento da T. Esta tendência mostra a

importância do manejo da irrigação em manter a turgescência das folhas implicando no aumento da transpiração com a quantidade de água contida no sistema solo-planta. Analisando os valores médios da Rs e da T em relação ao  $\psi_f$ , verifica-se que, o manejo de irrigação KI, para todas cultivares, proporcionou menores valores da Rs e consequentemente maiores valores de T, pois, como foi dito anteriormente, neste manejo de irrigação manteve uma disponibilidade de água no solo para as plantas de café maior quando comparado com o manejo P.

**Tabela 3.** Valores médios da resistência difusiva foliar (Rs), transpiração (T) e potencial hídrico foliar ( $\psi_f$ ) para as diferentes cultivares de cafeeiros e manejos de irrigação

Cultivar	Hora	Rs (s cm <sup>-1</sup> )			T (μg cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )			ψ <sub>f</sub> (MPa)		
		P	KI	NI	P	KI	NI	P	KI	NI
Catimor	06:00	3,02	3,14	8,20	0,91	0,66	0,12	-0,50	-0,35	-0,71
	09:00	5,95	9,21	11,80	0,46	0,24	0,25	-1,06	-0,89	-1,67
	12:00	11,61	29,73	25,51	0,23	0,21	0,11	-1,44	-1,45	-2,17
	15:00	23,17	24,21	51,05	0,35	0,39	0,20	-1,27	-1,23	-1,68
	18:00	32,67	26,92	91,83	0,30	0,09	0,16	-0,86	-0,68	-1,48
Catucaí	06:00	5,82	3,47	2,80	0,50	0,50	0,92	-0,52	-0,34	-1,33
	09:00	15,73	9,47	16,86	0,26	0,16	0,33	-1,22	-0,94	-2,22
	12:00	23,25	21,39	29,34	0,14	0,39	0,26	-1,73	-1,59	-2,48
	15:00	24,04	21,47	29,08	0,41	0,37	0,36	-1,41	-1,62	-2,10
	18:00	16,55	42,90	29,95	0,08	0,25	0,24	-0,90	-0,82	-2,07
Iapar	06:00	4,50	5,49	8,45	0,75	0,38	0,51	-0,44	-0,39	-0,78
	09:00	7,89	6,44	14,32	0,52	0,39	0,36	-1,06	-0,84	-1,86
	12:00	18,45	24,54	38,61	0,08	0,07	0,21	-1,75	-1,61	-2,45
	15:00	23,77	12,70	96,31	0,18	0,54	0,16	-1,53	-1,45	-2,10
	18:00	27,29	86,09	194,18	0,18	0,07	0,05	-0,89	-0,68	-1,41
Obatã	06:00	3,78	2,94	5,40	3,64	2,22	2,09	-0,44	-0,39	-0,55
	09:00	3,64	4,15	17,71	3,26	2,59	2,85	-1,01	-0,73	-2,50
	12:00	13,51	20,70	43,58	12,18	3,00	15,17	-1,47	-1,55	-2,51
	15:00	30,15	26,57	29,55	7,35	3,46	35,11	-1,42	-1,48	-1,90
	18:00	9,90	17,99	29,21	8,15	6,05	20,04	-0,75	-0,70	-1,53
Oeiras	06:00	7,74	2,96	16,02	0,31	0,58	0,31	-0,45	-0,33	-0,80
	09:00	8,99	5,92	16,71	0,19	0,51	0,28	-1,10	-0,86	-2,00
	12:00	11,66	9,27	26,45	0,09	0,28	0,32	-1,81	-1,53	-2,28
	15:00	32,10	13,67	31,28	0,21	0,76	0,67	-1,50	-1,33	-2,06
	18:00	36,39	43,70	18,14	0,19	0,17	0,33	-0,87	-0,79	-1,49

Para o mesmo manejo de irrigação, percebe-se que em média, a cultivar Catimor apresentou menores valores de Rs e maiores valores de T, por outro lado, a cultivar Catucaí apresentou maiores valores de Rs e menores valores de T, confirmando os resultados da análise dos potenciais no sistema solo-planta-atmosfera.

De modo geral, para todas as cultivares de café avaliadas em diferentes manejos de irrigação, verificou-se uma tendência da transpiração decrescer em função do aumento da resistência difusiva. Analisando separadamente cada cultivar, observa-se que a cultivar Obatã apresenta comportamento semelhante durante todos os dias avaliados e para cada manejo. A variação da transpiração é menor que a variação da resistência difusiva, indicando que esta cultivar consegue manter as trocas gasosas com eficiência. A cultivar Catimor apresenta uma tendência de transpirar mais no início do dia, ocorrendo um decréscimo ao longo do dia com o aumento da temperatura do ar, e no final do dia a taxa transpiratória volta a aumentar. Observa-se também que no manejo sem irrigação o comportamento desta cultivar é inverso aos outros dois manejos, ou seja, a transpiração no início e no final do dia são menores que ao longo do dia, isto pode ser um mecanismo desta cultivar quando em déficit hídrico, em abrir amplamente os estômatos quando a intensidade luminosa for alta e fechá-los quando há um decréscimo da luminosidade.

A cultivar Catucaí apresentou resultados variáveis para cada dia avaliado. Para o dia 5 de setembro, o comportamento da transpiração foi proporcional ao da resistência difusiva, isto ocorreu para os manejos P e Kl. Já para o manejo não irrigado, a taxa transpiratória foi alta no início da manhã com queda ao longo do dia. Para os outros dias avaliados houve uma tendência da transpiração ser maior no início e no final do dia, ocorrendo uma queda acentuada da transpiração no decorrer do dia. A variação da queda da transpiração foi maior que a variação do aumento da resistência difusiva. Observa-se que para todos os dias e manejos avaliados a cultivar Iapar obteve comportamentos semelhantes. A transpiração foi maior no início e final do dia, com decréscimo no decorrer do dia.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

- os diferentes manejos de irrigação proporcionaram diferentes níveis de água nas plantas dos cafeeiros avaliados;
- houve uma dependência entre o potencial hídrico das folhas dos cultivares de cafeeiros avaliados, com o potencial matricial e atmosférico, para os diferentes manejos de irrigação;
- os cultivares Catimor e Catucaí foram as que apresentaram maior e menor resistência às condições edafoclimáticas para região de Goiânia, respectivamente.

---

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the physiological behavior of cultivars of coffee, subject to the availability of water in different soil and edafoclimatic conditions to the region of Goiania. The irrigation scheduling used in this study was: no irrigation, irrigation according to the percentage of wet area and the coefficient of location. The irrigations were applied to every 4 days, with water depths depending on the evapotranspiration in the period and the time of application of water according to irrigation management. Three lines of planting were selected in order to do the analysis of the physiological behavior of the cultivars Catimor, Catucaí, Iapar, Oeiras and Obatã submitted to the three irrigation scheduling. We evaluated the potential of water in soil, plant and the atmosphere, the diffusive resistance of water vapor and transpiration by stomata. The cultivars Catimor and Catucaí were the ones that showed higher and lower resistance to the conditions edafoclimatic region of Goiania, respectively.

**KEYWORDS:** Irrigation. Resistance difusive. Transpiration.

---

## REFERÊNCIAS

BONOMO, R. **Análise da irrigação na cafeicultura em áreas de cerrado de Minas Gerais.** 1999. 224f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

CAIRO, P. A. R. **Aspectos biofísicos e metabólicos de plantas jovens de espécies florestais associados à disponibilidade de água no solo.** 1992. 124f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Curso de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.

CARELLI, M. L. C.; FAHL, J. I.; PEZZOPANE, J. R. M.; ALFONSI, E. L.; MAGOSSO, R. Densidade de fluxo de seiva em plantas de café (*Coffea arabica* L.) em diferentes regimes de água e de irradiância. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas: UFLA, 2000. p. 42-45.

CASCARDO, J. C. M. **Comportamento biofísico, nutricional e metabólico de plantas de seringueira (Hevea brasiliensis Muell, Arg.) em função da aplicação de gesso e da disponibilidade de água no solo.** 1992. 125f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Curso de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.

GUERRA, F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C. Manejo do cafeeiro irrigado no cerrado com estresse hídrico controlado. **Revista ITEM**, Brasília, v. 1-2, n. 65-66, p. 42-45, 2005.

IAFE, A.; PINTO, H. S. ZULLO JÚNIOR, J.; ASSAD, E. D.; OLIVER, A.; CORAL, G. Aplicação de termometria a infravermelho como indicativo da recuperação do potencial hídrico de cafeeiros irrigados e não irrigados durante a floração, em Garça, SP. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, Embrapa, 2003. p. 54-54.

LAFFRAY, D.; LOUGUET, P. Stomatal response and drought resistance. **Bulletim Society Botanic**, v. 137, n. 1, p. 47-60, 1990.

LIMA, E. P.; SILVA, A. M.; SILVA, E. L.; COELHO, G.; COELHO, M. R.; COELHO, G. S.; CASTRO, F. R. Avaliação do status hídrico do café sob efeito de irrigação através de algumas características fisiológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 24., 2000. Fortaleza. **Anais...**Fortaleza: SBEA, 2000. CD Rom.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; BEZERRA NETO, E. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001.

MERRIAN, J. L.; KARMELI, D. **Farm irrigation system evaluation: a guide form management.** Logan: Utah State University, 1978. 271p.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA JÚNIOR, J. F.; SILVA, E. C.; LEDERMAN, I. E. Curso diário das perdas de vapor d'água, da temperatura e do potencial da água da folha em germoplasma de carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Acta Botânica Brasileira**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 217-223, 2002.

NUNES, M. A. Water relations in coffee: significance of plant water deficits to growth and yield: a review. **Journal of Coffee Research**, Karnataka, v. 6, p. 4-21, 1976.

OLIVEIRA, P. M.; BOTELHOS, R. B. F.; MATSUMOTO, S. N.; GUIMARÃES, R. J.; FARIA, M. A. Avaliação do potencial hídrico foliar em cafeeiros sobre diferentes níveis de irrigação. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2003. p.58-58.

RENA, A. B., MAESTRI, M. Relações hídricas no cafeeiro. **Revista ITEM**, Brasília, n.48, p.34-41, 2000.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações.** Barueri: Ed. Manole, 2004. 478 p.

SILVA, F. A. M.; SANTOS, E. R. A.; EVANGELISTA, B. A.; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; JUNIOR, J. Z.; BRUNINI, O.; CORAL, G. Delimitação das áreas aptas do ponto de vista agroclimático para o plantio da cultura do café (*Coffea arabica*) no Estado de Goiás. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos...**Poços de Caldas: UFLA, 2000. p. 123-125.

SILVA, L. B.; OLIVEIRA, L. F. C.; NASCIMENTO, J. L.; FERREIRA, P. H. Caracterização físico-hídrica de um latossolo vermelho escuro perférrico sob dois sistemas de manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 18., 2002. Ribeirão Preto. **Anais...**Ribeirão Preto: SBCS, 2002. CD Rom.

SOARES, A. A. **Irrigação, fertirrigação, fisiologia e produção de cafeeiros adultos na região da zona da mata de Minas Gerais.** 2001. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.