

## SISTEMA RADICULAR DO CAFÉ SIRIEMA CULTIVADO SOB RESTRIÇÃO HÍDRICA<sup>1</sup>

Carlos Mauricio Paglis<sup>2</sup>, José Donizeti Alves<sup>3</sup>, Suellen Sarah Drumond Linhares<sup>4</sup>, Frederico Biagi Becker<sup>5</sup>, Evaristo Gomes Guerra Neto<sup>6</sup>, Alessandro Carlos Mesquita<sup>7</sup>, Dárlan Einstein do Livramento<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D/Café

<sup>2</sup> Departamento de Agricultura/UFLA, Lavras-MG, [paglismau@ufla.br](mailto:paglismau@ufla.br)

<sup>3</sup> Departamento de Biologia/UFLA, Bolsista CNPq, Lavras-MG, [jdalves@ufla.br](mailto:jdalves@ufla.br)

<sup>4</sup> Bolsista iniciação científica FAPEMIG, DBI/UFLA, Lavras-MG, [suellen\\_drumond@yahoo.com.br](mailto:suellen_drumond@yahoo.com.br)

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia - UFLA, Lavras-MG, [fb010@yahoo.com.br](mailto:fb010@yahoo.com.br)

<sup>6</sup> Departamento de Biologia/UFLA, Lavras-MG, [eggneto@ufla.br](mailto:eggneto@ufla.br)

<sup>7</sup> Bolsista EMBRAPA-CAFÉ, DBI/UFLA, Lavras-MG, [mesquita@ufla.br](mailto:mesquita@ufla.br)

<sup>8</sup> EPAMIG, São Sebastião do Paraíso/MG [delivramento@yahoo.com.br](mailto:delivramento@yahoo.com.br)

**RESUMO:** Apesar das evidências que apontam o Siriema como um material tolerante à seca, poucos são os estudos que avaliam os mecanismos envolvidos ou mesmo que comprovem esta característica. Este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento do sistema radicular do café Siriema submetido à deficiência hídrica. Plantas, cultivadas em tambores de 200 L, foram submetidas ao déficit hídrico, com a suspensão da rega e mantidas em tambores fechados. Outro lote de plantas recebeu irrigação, mantendo-se o solo na capacidade de campo. Foram analisadas as seguintes características: teor de umidade no solo; análise de crescimento da parte aérea; potencial hídrico das plantas e análise de crescimento e modelagem do sistema radicular. Os resultados mostram que o café Siriema mantém a hidratação das folhas, nas condições de deficiência hídrica avançada, quase que exclusivamente as expensas das raízes mais profundas. A ausência de diferenças entre os crescimentos vegetativos da parte aérea nos dois tratamentos (com e sem déficit hídrico) corrobora estes resultados. Isto somente foi possível porque as plantas conseguiram absorver água das camadas mais profundas do solo, em decorrência do avanço do sistema radicular. Estes resultados mostram que o cafeeiro Siriema quando submetido à deficiência hídrica faz um maior investimento de matéria-seca em raízes em detrimento da parte aérea, que pode ser comprovado com a elaboração dos gráficos de isolinhas. Esta característica de alterar a força do dreno em favor do crescimento de raízes caracteriza uma importante estratégia de sobrevivência a períodos prolongados de seca e, possivelmente, explique a grande tolerância à seca de cafeeiros Siriema adultos no campo.

**Palavras-Chave:** Café Siriema, sistema radicular, seca.

## ROOT SYSTEM OF SIRIEMA COFFEE CULTIVATED ON WATER RESTRICTION

**ABSTRACT:** Even though the evidences indicate the Siriema as a tolerant cultivar to drought, there are few studies which evaluate the mechanism involved or even that prove this characteristic. This work had the objective of studying the behavior of Siriema coffee root system, submitted to water shortage. The plants grown in 200L tambour, were submitted to water shortage, with suspension of watering and kept in closed tambour. The other plot of plants received irrigation, maintaining the soil in the field capacity. The following results shown below refer to the period of water shortage imposed from December 2007 to March 2008. It was analyzed the following characteristics: soil humidity content; an analysis of aerial part growth; water potential of plants and analysis of growth and form of root system. The results show that the Siriema coffee maintains the hydration of plants, under the conditions of progressive water deficiency, almost exclusively depending on deep roots. The absence of differences among vegetative growth of aerial parts in the two treatments (with and without water shortage), brought these results. This was only possible because the plants absorbed water from the deepest layers of soil, without considering the root growth system. These results show when the Siriema coffee is submitted to water shortage it prioritizes gain of root dry-matter to aerial part, which can be proved through the graphics isolines. This characteristic of altering drain direction favoring the root growth implicates in an important survival strategy through long dry periods and possibly explaining the high tolerance to drought of Siriema adult coffee plants in the field.

**Key Words:** Coffee Siriema, root system, drought

## INTRODUÇÃO

O estudo das relações hídricas no cafeeiro é de fundamental importância, uma vez que pequenas diminuições na oferta de água podem reduzir substancialmente o crescimento, ainda que não se observem características visíveis da deficiência hídrica (Alves & Livramento, 2003; Alves, 2008).

É sabido que a maioria das plantas tolerantes à seca, apresenta um sistema radicular profundo, capaz de absorver maior quantidade de água e nutrientes e/ou eficiente controle estomático, preservando a planta túrgida por mais tempo, com um prejuízo mínimo a aquisição do carbono fotossintético. Nessas condições, deve existir um perfeito balanço entre parte aérea e sistema radicular, onde a primeira deve garantir um suprimento de carboidratos que depois de exportados para o segundo, garanta o seu crescimento e desenvolvimento em uma ação coordenada com a absorção de água e nutrientes do solo (Alves & Livramento, 2003). Ao final desse ciclo, a planta como um todo cresce e produz mais que aquelas cuja interação entre parte aérea e raiz é irregular, principalmente nas condições de escassez de água no solo.

No programa de melhoramento genético do cafeeiro, desenvolvido no MAPA/Funprocafé, o cultivar Siriema tem sido apontado como um material genético de potencial produtivo mesmo sob condições de baixa disponibilidade de água (Matiello et al., 2003; 2004). Apesar das evidências que apontam o Siriema como um material tolerante à seca (Grisi et al., 2008), existem poucos estudos que expliquem os mecanismos envolvidos ou mesmo que comprovem esta característica em condições de campo. Pelo exposto, este trabalho tem por objetivo, estudar a partição de matéria seca entre parte aérea e raízes de café Siriema em condições de estresse hídrico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Tambores de 200 L de capacidade foram preenchidos com solo, tomando-se o cuidado de mantê-lo na estrutura original. Em seguida, foi aberta uma cova, de 30 x 30 x 30 cm, que recebeu adubação normalmente indicada para o campo. Em dezembro de 2006, plantas de café Siriema de 18 meses de idade foram transplantadas para estes tambores onde o solo foi mantido com umidade próximo a capacidade campo e, adubado conforme recomendação (Ribeiro et al., 1999). Em três épocas distintas, julho a dezembro de 2007, dezembro 2007 a março de 2008 e maio a agosto de 2008, um lote de tambores foi vedado, de modo a interromper a irrigação e evitar perdas de água do solo por evaporação (toda perda de água se desse exclusivamente pelo processo de transpiração pelas folhas). Os demais tambores foram mantidos abertos, recebendo irrigação normal.

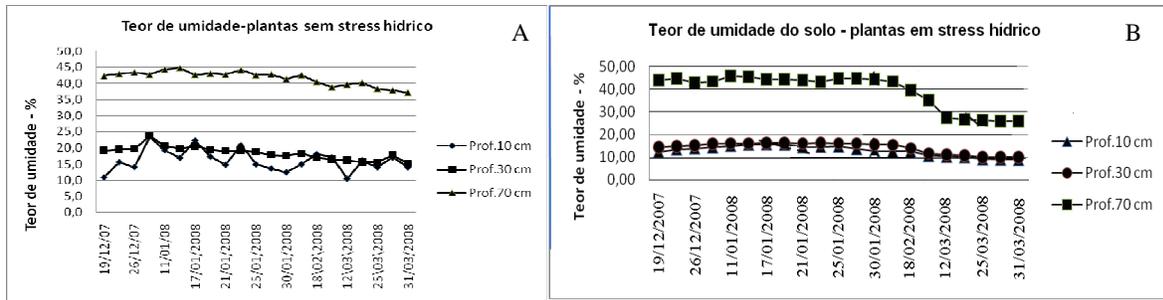
Durante cada ciclo de suspensão da rega, foram realizadas, periodicamente, as seguintes avaliações: teor de umidade no solo, análise de crescimento da parte aérea, área foliar, comprimento e massa seca de raízes, análise de crescimento e modelagem do sistema radicular e potencial hídrico das folhas. No estudo do sistema radicular, foram coletadas amostras de solo em quatro profundidades (10, 30, 50 e 70 cm), sempre na mesma posição e em pontos equidistantes a cada 10cm, totalizando 44 pontos por profundidade. Após as amostras de solo terem sido coletadas e processadas, foi feita a análise de imagens das raízes obtidas para cada amostra mediante o uso do software WinRizo. Os gráficos de isolinhas que permitem visualizar a distribuição do sistema radicular do perfil do solo, em duas dimensões, para cada profundidade e tratamento foram elaborados, utilizando o software SURFER 32.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes ao período de julho a dezembro de 2007 foram publicados no Relatório Embrapa - café 2007. No presente caso, serão apresentados somente os resultados do período de dezembro de 2007 a março de 2008, haja vista não haver diferenças no padrão das respostas, para todas as características estudadas, em relação ao período de maio a agosto de 2008.

No solo mantido próximo a capacidade de campo (Figura 1A), o teor de água na profundidade de 70 cm, decresceu ligeiramente de 42% no início do experimento para 37% ao final. Nas outras duas profundidades esta variação ficou na faixa de 20 a 15% e o  $\Psi_w$  das plantas em todo o período experimental variou entre -0,6 MPa -1,2 MPa.

De 19/12/2007 a 30/01/2008, os teores de água no solo com restrição hídrica mantiveram-se inalterados, com valores de aproximadamente 13, 16 e 45% para as profundidades de 10, 30 e 70 cm, respectivamente (Figura 1 B). Neste intervalo, o  $\Psi_w$  das plantas permaneceu próximo a -0,5 MPa. A partir deste dia, para as camadas de 10 e 30 cm de profundidade, os valores caíram quase que linearmente até o dia 12/03/2008 quando o solo apresentou, nestas profundidades, em média, 10% de umidade, que se manteve inalterada até o final do experimento. Os valores de umidade do solo na camada de 70 cm de profundidade caíram para 25% no dia 12/03/2008 e permaneceram neste valor até o fim das avaliações. No dia 12/03/2008, o  $\Psi_w$  das plantas caiu para -2,5 MPa quando começaram a aparecer sintomas de seca como o amarelecimento e encarquilhamento das folhas. Após este período, o teor de umidade do solo nas três profundidades, praticamente não mais variou, enquanto que o  $\Psi_w$  das plantas continuou a cair e ao final do experimento o valor era de -3,5 MPa.

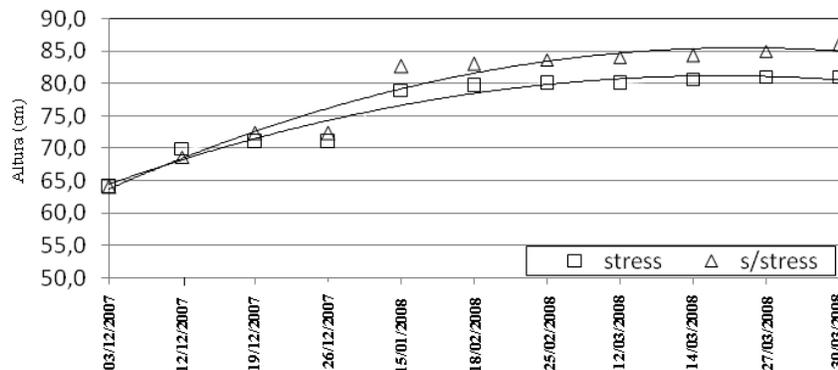


**Figura 1** - Teor de umidade do solo cultivado com café Siriema sem (A) e com déficit hídrico (B).

Os resultados mostram que até o dia 30/01/2008 a água do solo, principalmente nas camadas mais profundas, era suficiente para garantir o status hídrico da planta, haja vista que elas não apresentavam nenhum sintoma de seca. As quedas no  $\Psi_w$  de 0,5 para -2,5 MPa e da água no solo de 45% para 25% entre 30/01/2008 a 12/03/2008, demonstram que neste período, as plantas transpiraram ativamente, utilizando preferencialmente, a água das camadas mais profundas do solo, em função de avanço no crescimento radicular em profundidade. Este comportamento evidencia que no período de 30/01/2008 a 12/03/2008, a manutenção do estado de hidratação das plantas, nas condições de deficiência hídrica avançada, ocorreu quase que exclusivamente as expensas das raízes mais profundas. A partir de 12/03/2008, a umidade do solo permaneceu constante enquanto que o  $\Psi_w$  caiu para -3,5 MPa. Isto significa que, em função do stress hídrico, houve uma interrupção da absorção de água do solo (até a camada de 70 cm de solo) sem, no entanto, parar de transpirar. Como a queda no  $\Psi_w$  foi menor, pode-se inferir que as plantas fecharam seus estômatos e passaram a transpirar menos até o final das avaliações.

O baixo  $\Psi_w$  no dia 31/03/2008 e os fortes sintomas de seca, impostos pelo stress hídrico avançado, indicaram o momento de se encerrar o estresse hídrico. Entretanto, após 30 dias da re-irrigação, as plantas apresentavam-se totalmente recuperadas. O  $\Psi_w$  retornou a -0,6 MPa, semelhante ao das plantas na capacidade de campo e o enverdecimento das folhas avançado, mostrando que o processo de degradação de clorofilas foi paralisado, concomitantemente com o re-início de sua síntese. Observou-se também o aparecimento de novas brotações, embora até este momento, não tenha sido observadas diferenças significativas no diâmetro do caule e altura das plantas. O sistema radicular retomou seu crescimento, uma vez que já se observara o aparecimento de inúmeras brotações radiculares. Este comportamento mostra claramente que o cafeeiro Siriema, com a irrigação, recuperou seu metabolismo e que o estresse até o nível em que foi aplicado, embora drástico, não afetou irreversivelmente a fisiologia da planta.

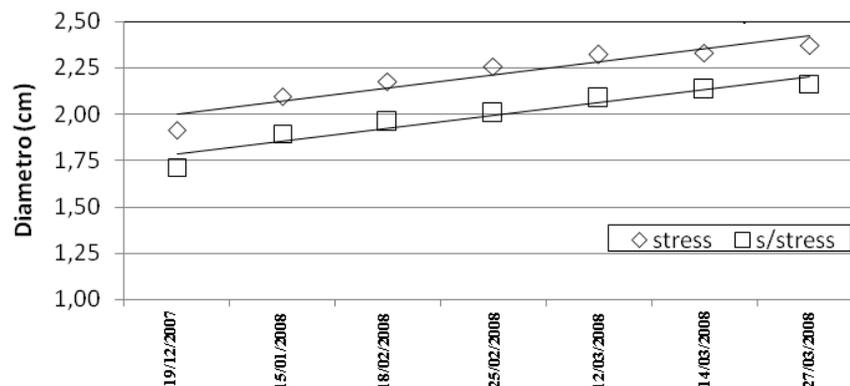
Com relação à altura das plantas pode-se observar que esta característica começou a ser afetada ligeiramente pelo déficit hídrico a partir do dia 15/01/2008, 43 dias após o início da restrição hídrica (Figura 2). Com o progresso do estresse, esta diferença tendeu a aumentar mostrando que as plantas submetidas à restrição hídrica, tiveram uma altura inferior quando comparadas a plantas não estressadas. É importante destacar que a diferença de altura de plantas com ou sem estresse foi de apenas 5,0 cm. Quando as diferenças começaram a aparecer, o teor de água no solo ainda não tinha sofrido decréscimo acentuado (Figura 1), o  $\Psi_w$  ainda estava em níveis considerados adequados (-1,2 MPa) e as plantas ainda não mostravam sintomas de deficiência hídrica.



**Figura 2** - Altura de cafeeiros Siriema em casa-de-vegetação, com (□) e sem (Δ) déficit hídrico.

Quanto ao diâmetro do caule, constatou-se que esta característica começou a se diferenciar entre os tratamentos ainda no primeiro mês de avaliação (Figura 3). Verifica-se que a partir de 19/12/2007 até o final do experimento, o diâmetro do caule de plantas cultivadas em solo com suspensão da rega foi ligeiramente maior que o das plantas

controle. Um possível espessamento do caule devido à suberização, em decorrência do estresse hídrico ou até mesmo aos movimentos transversais de dilatação e contração dos vasos, pode explicar o maior diâmetro de caule nas plantas que foram submetidas ao estresse hídrico. Vale destacar, no entanto, que estas diferenças foram, em média, da ordem de 0,15 a 0,25 cm e, por conseguinte, não significativas.



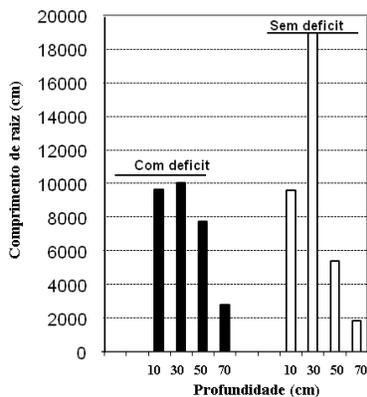
**Figura 3** - Diâmetro do caule de cafeeiros Siriema em casa-de-vegetação, com (◇) e sem (□) déficit hídrico.

Ao final do período de avaliação, verificou-se que não houve diferença de área foliar de cafeeiros com (25100 cm<sup>2</sup>) ou sem estresse hídrico (25000 cm<sup>2</sup>). A diferença de apenas 5,0 cm na altura de plantas entre estes dois tratamentos (Figura 2) como era de se esperar, não foi suficiente para aumentar o número de ramificações e por causa disto a área foliar não foi alterada.

A ausência de diferenças entre os crescimentos vegetativos das plantas nos dois tratamentos revela que, mesmo com um déficit hídrico acentuado, as plantas conseguiram manter o crescimento da parte aérea. Isto somente foi possível porque as plantas conseguiram absorver água das camadas mais profundas do solo (Figura 1A e B), em decorrência do avanço do sistema radicular.

Quanto ao crescimento de raízes, quantificado ao final do experimento, verificou-se que as plantas submetidas à restrição hídrica (RH) apresentaram uma massa seca significativamente maior (56%) que aquelas mantidas na capacidade de campo (CC) (DH = 390 g e CC = 250 g). Estes resultados mostram que o cafeeiro Siriema quando submetido à deficiência hídrica tem um maior investimento de matéria-seca nas raízes, e com isto, consegue atingir uma maior profundidade e suprir sua deficiência hídrica.

Os dados de comprimento de raízes mostram que o sistema radicular, foi maior nas plantas que estiveram sem estresse hídrico, apenas na profundidade de 30 cm (Figura 4). Por outro lado, nas duas camadas mais profundas, o comprimento das raízes foi maior nas plantas submetidas ao déficit hídrico. Estes resultados mostram que as plantas que não foram expostas à seca, mantiveram seu sistema radicular mais superficial, não conseguindo com isto, explorar, as camadas mais profundas do solo. De posse destes dados, observou-se uma distribuição mais uniforme das raízes ao longo do perfil do solo em plantas submetidas ao estresse hídrico. Esta característica de alterar a força do dreno em favor de um crescimento de raízes mais uniforme no perfil do solo, principalmente em profundidade, caracteriza uma importante estratégia de sobrevivência a períodos prolongados de deficiência hídrica e, ajuda a explicar a tolerância à seca, apresentadas por plantas adultas de Siriema em condição de campo.

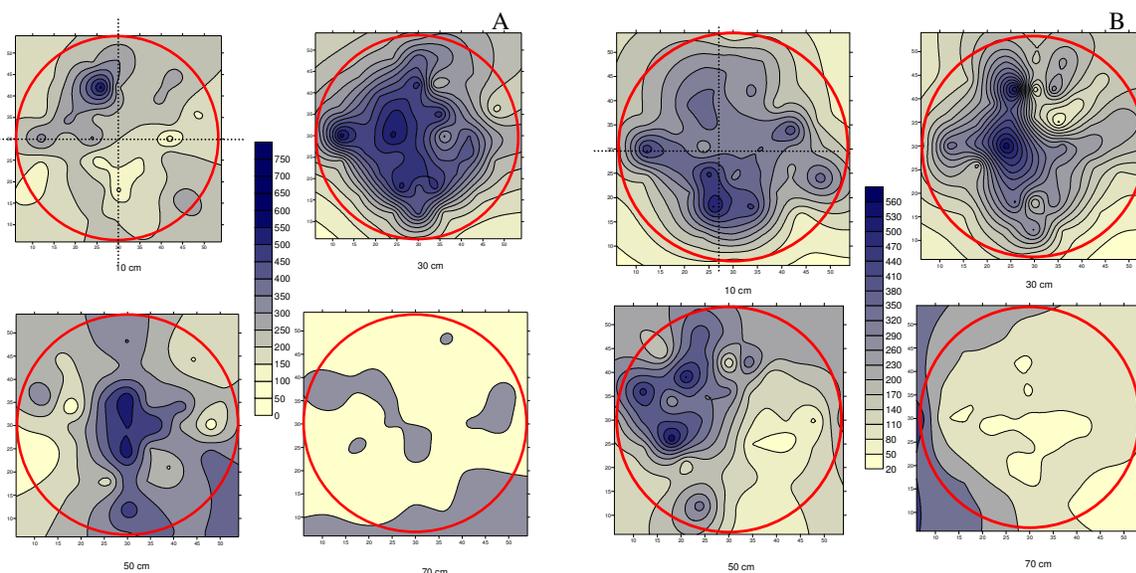


**Figura 4** – Comprimento de raízes de cafeeiros Siriema em casa de vegetação, em diferentes profundidades, submetidos ou não a déficit hídrico.

A figura 5 (A e B) permite visualizar, qualitativamente, a distribuição espacial das raízes em duas dimensões, em cada profundidade, para os tratamentos sem e com déficit hídrico, respectivamente. Desse modo, foi possível observar que as plantas que não sofreram estresse hídrico apresentam maior comprimento de raízes nos primeiros 30 cm de solo (Figura 5 A). Nesta camada, verifica-se que houve uma distribuição desuniforme do sistema radicular, com acúmulo de radicelas com maior comprimento, em torno de 750 cm (Figura 5), nos quadrantes um e quatro, notadamente na projeção da copa. Nas demais camadas, houve uma redução no comprimento das raízes, sendo mais drástica na profundidade de 70 cm. Estes resultados qualitativos, de maneira geral, corroboram com os dados quantitativos nas quatro camadas de solo (Figura 4).

Com a imposição de déficit hídrico, verifica-se uma distribuição mais uniforme do sistema radicular nas três primeiras camadas de solo (Figura 5B). A exemplo do que foi observado quantitativamente (Figura 4) verifica-se um maior volume de radicelas de maior comprimento na profundidade de 30 cm, seguida pelas de 10 e 50 cm. Fazendo uma projeção nos quatro quadrantes, pode-se visualizar que a distribuição espacial das raízes de maior comprimento em cada camada, não seguiu um padrão específico, estando mais presente no quarto quadrante para a camada de 10 cm e no primeiro quadrante para as camadas de 30 e 50 cm.

Na profundidade de 70 cm, verifica-se uma escassez de radicelas de maior comprimento. Contudo, quando comparada com as plantas não estressadas (Figura 5A) e a exemplo da avaliação quantitativa (Figura 4) esta camada apresentou uma maior concentração de radicelas. Esse fato pode ser explicado pelo investimento da planta no sistema radicular, mesmo com as restrições hídricas observadas.



**Figura 5** - Gráfico isolinhas do sistema radicular de cafeeiros Siriema cultivados em casa-de-vegetação, com (A) e sem déficit hídrico (B), em quatro profundidades. A escala refere-se ao comprimento de raízes (cm). Os números nas abscissas e ordenadas se referem à distância (cm) dos pontos de coletas das raízes, considerando 30/30 como o ponto central do sistema radicular. Os quadrantes 1, 2, 3 e 4 são representados no sentido horário considerando o primeiro, o quadrante superior esquerdo

## CONCLUSÕES

- ✓ Sob deficiência hídrica o café Siriema investe em um maior crescimento do sistema radicular nas camadas mais profundas, levando a uma distribuição mais uniforme de raízes no perfil do solo. As plantas irrigadas investem o crescimento radicular nos primeiros 30 cm de profundidade.
- ✓ O café Siriema, sob restrição hídrica, altera a força do dreno em favor do crescimento de raízes caracterizando uma importante estratégia de sobrevivência a períodos prolongados de déficit hídrico e, possivelmente, explica a sua tolerância à seca no campo.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALVES, J.D. Morfologia do cafeeiro. In. Cultivares de café: origem, características e recomendações. Carvalho CH (Org.) 01. ed. Brasília: EMBRAPA CAFÉ, 2008. 332 p.

ALVES, J.D.; LIVRAMENTO, D.E. **Morfologia e fisiologia do cafeeiro**. Textos acadêmicos. Lavras FAEPE/UFLA. 46p. 2003.

GRISI, F.A.; ALVES, J.D.; CASTRO, E.M.; OLIVEIRA, C.; BIAGIOTTI, G.; MELO, L.A. Avaliações anatômicas foliares em mudas de café 'catuaí' e 'siriema' submetidas ao estresse hídrico. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, 32 (6): 1730-1736, 2008.

MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R.; SILVA, M.B. Maior vigor e resistência à seca em cafeeiros Siriema. **Revista Brasileira de Tecnologia Cafeeira**, [S.l.], v. 1, n. 2, 2004.

MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R.; SILVA, M.B.; FERREIRA, R.A. Seleção de progênies de café visando resistência à ferrugem do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL E WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ & SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2003. p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.,V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.