

# Resposta fisiológica de mudas de café à aplicação foliar de estrobilurina-piraclostrobina e silício

Physiological response of plants of coffee to the foliar application of the strobilurin pyraclostrobin and silicon

---

*João Paulo Júnior<sup>1</sup>; Evandro Binotto Fagan<sup>2</sup>; Louranne Tavares Corrêa<sup>3</sup>; Jérssica Nogueira Soares<sup>1</sup>; Isabella Sabrina Pereira<sup>3</sup>; Leidyenne Godinho Silva<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

<sup>2</sup> Professor do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.  
email: evbinotto@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Alunas do curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

<sup>4</sup> Aluna do curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

---

**Resumo:** O experimento foi conduzido em viveiro de maio de 2008 a janeiro de 2009 com o objetivo de avaliar respostas fisiológicas de mudas de café Catuaí Vermelho 144 à aplicação da estrobilurina piraclostrobina. O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: testemunha (T<sub>1</sub>), piraclostrobina+metiram (T<sub>2</sub>), piraclostrobina+metiram + silício (T<sub>3</sub>), piraclostrobina (T<sub>4</sub>), piraclostrobina + silício (T<sub>5</sub>), piraclostrobina+ metiram + boscalida (T<sub>6</sub>), hidróxido de cobre (T<sub>7</sub>). Foram realizadas avaliações fenométricas de massa seca e taxa de crescimento de plantas. A massa seca de caule, folhas e raiz aumentou significativamente após o terceiro par de folhas para os tratamentos que receberam aplicação da estrobilurina piraclostrobina, contribuindo para o aumento da matéria seca total nestes tratamentos. Nestes tratamentos também se observou o aumento da área foliar a partir do terceiro par de folhas, onde se verifica um acréscimo superior a 25% nos tratamentos com a estrobilurina em relação à testemunha, e de 15% em relação ao hidróxido de cobre. Novamente a aplicação da piraclostrobina favoreceu as plantas na sua intensidade de cor verde (índice SPAD), o que representa, conseqüentemente, aumento nos teores de clorofila total foliar. As avaliações de taxa de crescimento absoluto e taxa de crescimento relativo mostram que a estrobilurina piraclostrobina incrementou a massa seca nos tratamentos, principalmente após o terceiro par de folhas. Também se observa que a taxa de assimilação líquida foi 18% maior em

relação ao hidróxido de cobre, e 30% maior em relação à testemunha, sugerindo uma maior capacidade fotossintética. Porém as análises de área foliar específica demonstram que apesar do maior crescimento e desenvolvimento, as folhas perderam em espessura para os tratamentos com a estrobilurina piraclostrobina. A partir destes resultados conclui-se que a estrobilurina piraclostrobina atua na fisiologia da planta de café, permitindo um maior crescimento e desenvolvimento da muda.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*; Fungicida; Efeito fisiológico; Análise de crescimento.

**Abstract:** The experiment was conducted in a greenhouse from May 2008 to January 2009 with the objective of evaluating physiological responses of seedlings of coffee Catuaí 144 to the application of pyraclostrobin. The study was conducted in randomized block design with seven treatments and four replications. The treatments were: control (T<sub>1</sub>), pyraclostrobin + metiram (T<sub>2</sub>), pyraclostrobin + metiram + silicon (T<sub>3</sub>), pyraclostrobin (T<sub>4</sub>), pyraclostrobin + silicon (T<sub>5</sub>), pyraclostrobin + metiram + boscalida (T<sub>6</sub>), copper hydroxide (T<sub>7</sub>). Were evaluated dry mass and growth rate of plants. The dry weight of stem, leaves and roots increased significantly after the third pair of leaves to the treatments that received application of pyraclostrobin, contributing to the increase in total dry matter in these treatments. Was also observed in leaf area an increase from the third leaf, where there is an increase of over 25% to the strobilurin treatments compared to the control, and 15 % in relation to copper hydroxide. The application of pyraclostrobin favored plants in intensity of green color (SPAD), which is, consequently, an increase in leaf chlorophyll levels. Evaluations of absolute growth rate and relative growth rate showed that pyraclostrobin increased dry weight in treatments, especially after the third pair of leaves. It is also observed that the net assimilation rate was 18% higher compared to copper hydroxide and 30% higher compared to the control, suggesting a higher photosynthetic capacity. But the analysis of specific leaf area shows that despite the increased growth and development, the leaves lost in thick sheets for treatments with pyraclostrobin. The conclusion is that pyraclostrobin acts in the physiology of the coffee plant, allowing further growth and development of the seedling.

**Key words:** *Coffea arabica*; Fungicide; Physiological effect; Growth analysis.

## Introdução

O café é uma cultura perene, explorada continuamente por longos períodos, de vinte anos ou mais, em que o plantio de mudas de boa qualidade é essencial, pois condiciona ao cafeeiro uma maior expressão do potencial genético influenciando decisivamente na formação da estrutura do sistema radicular e da parte aérea da planta. Por isso, comenta-se que um bom cafezal depende de uma boa muda (MATIELLO *et al.*, 2002).

Para Matiello *et al.* (2002), as mudas de café arábica podem ser produzidas por sementes, já que ocorre a autofecundação, reduzindo a variação e originando plantas semelhantes às plantas-mãe. Segundo Rena *et al.* (1986), o café germina lentamente, e a emergência das plantas ocorre 50 a 60 dias após a semeadura (MAESTRI; VIEIRA, 1961). Porém, segundo Rena e Maestri (1986) e Franco (1946), pode ocorrer com taxas bastante variáveis dependendo da temperatura e da remoção do pergaminho. Também para

Carvalho e Alvarenga (1979), depende da maturação do fruto e ainda da presença de partes do fruto na semente (FRANCO, 1946; MAESTRI; VIEIRA, 1961; CARVALHO; ALVARENGA, 1979).

Para Matiello *et al.* (1987), o cafeeiro é susceptível a um grande número de pragas e doenças. Segundo Matiello *et al.* (2006), as pragas e doenças são parte importante na viabilização da lavoura de café, e sem o seu devido controle, elas provocam perdas no desenvolvimento e na produtividade das lavouras.

O controle das doenças deve iniciar-se com a escolha adequada do local para instalação do viveiro, evitando baixadas úmidas e mal drenadas. O substrato utilizado no enchimento dos recipientes, a irrigação e o sombreamento, devem seguir as técnicas para a formação de mudas. O controle químico deve ser de preferência preventivo (RENA *et al.*, 1986).

Dentre os produtos utilizados para o controle químico tem se destacado o fungicida estrobilurina piraclostrobina. Como relatado por Grossmann e Retzlaff, (1997), esse produto tem proporcionado vários efeitos fisiológicos em diversas culturas como soja (*Glycine max*, L. Merrill), trigo (*Triticum aestivum* L.) e milho (*Zea mays* L.). O fungicida aumentou a atividade da enzima Nitrato-Redutase de acordo com Dourado Neto e Oliveira (2005) com conseqüente aumento da produtividade (FAGAN, 2007).

Além do uso da Piraclostrobina, a aplicação de silício é uma técnica promissora na agricultura brasileira por proporcionar o controle de doenças. O silício é um elemento que se concentra na epiderme das folhas de algumas culturas. Ele forma uma barreira física promovendo resistência ao ataque de fungos nas células e também dificulta o ataque de insetos sugadores e mastigadores, podendo diminuir os danos causados às plantas (KORNDORFER *et al.*, 2001; YOSHIDA, 1975).

Portanto, fatores que afetam a atividade da enzima nitrato redutase e na taxa assimilatória líquida em plantas jovens de café podem afetar o crescimento radicular e conseqüentemente da planta (RENA *et al.*, 1986).

Contudo, estudos sobre crescimento e desenvolvimento das mudas tratadas com esses produtos são necessários, tendo em vista que mudas mais vigorosas, com sistema radicular mais desenvolvido e com maior eficiência na utilização de nutrientes, poderiam aumentar o desempenho destas após o plantio e reduzir as perdas provocadas por estresses bióticos e abióticos.

Tendo em vista o exposto acima, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e o desenvolvimento de mudas de café tratadas com o fungicida piraclostrobina e silício em aplicações foliares.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido em viveiro de mudas na Fazenda Dona Neném, em Presidente Olegário-MG, situada na região intermediária às regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, com 1050 m de altitude, em solo classificado como Latossolo Vermelho.

A espécie utilizada foi *Coffea arabica* variedade Catuaí vermelho 144, origem IAC. Essa variedade apresenta como características porte baixo; internódios curtos; ramificação secundária abundante; frutos vermelhos de maturação média a tardia; sementes de tamanho médio; e suscetibilidade à ferrugem. Indicada também para plantios adensados e/ou em renque, é uma das cultivares mais plantadas no Brasil.

A semeadura foi realizada manualmente no dia 10 de maio de 2008, com sementes coletadas de plantas vigorosas e produtivas da variedade Catuaí 144, do parque cafeeiro da Fazenda Dona Neném, no município de Presidente Olegário-MG, e preparadas na própria fazenda. Os recipientes utilizados foram sacolas plásticas com medida 15x25 cm e 0,06mm de espessura, com volume de 1,8 litros de substrato. Foram semeadas duas sementes por recipiente para posterior desbaste.

O substrato foi preparado com 75% de terra peneirada de horizonte B do perfil de um latossolo vermelho e 25% de composto orgânico proveniente de confinamento de gado de corte. Também foi acrescido Calcário Dolomítico (0,2%) Cloreto de Potássio (0,1%), Superfosfato simples (0,5%) e termofosfato magnésiano Yoorin Máster II (0,2%).

Os recipientes foram colocados em canteiros cobertos com palha seca para garantir uma boa umidade e condição de temperatura e luminosidade para a germinação das sementes. Aproximadamente 70 dias após semeadura, os canteiros foram descobertos e o viveiro coberto com sombrite de 50% de transmissão de luz, para garantir a luminosidade ideal para crescimentos das mudas. Para o controle de pragas, foram utilizados os inseticidas cartap e novaluron. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente.

O experimento foi constituído de 20 parcelas. Cada parcela apresentou 220 sacolas, dispostas em canteiro de 1,2 m de largura por 2,0 m de comprimento, contabilizando uma área total de 2,4 m<sup>2</sup>. Cada canteiro apresentou espaçamento de 0,4 m entre si. A área total do experimento foi de 84 m<sup>2</sup>. O experimento foi disposto em delineamento de blocos ao acaso (DBC) e constituído por sete tratamentos (fungicidas + controle) e quatro repetições (Tabela 1).

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos aplicados em mudas de café cultivar Catuaí Vermelho 144. Patos de Minas, MG, 2008.

Tratamentos	Produto	i.a.*	Dosagem**
T <sub>1</sub>	Testemunha	Água	200 L ha <sup>-1</sup>
T <sub>2</sub>	Cabrio Top	Piraclostrobina+ Metiram	0,3%
T <sub>3</sub>	Cabrio Top + Sili K	Piraclostrobina +Metiram + Silício	0,3% + 0,5%
T <sub>4</sub>	Comet	Piraclostrobina	0,15% + 0,5%
T <sub>5</sub>	Comet + Sili K	Piraclostrobina + Silício	0,15% + 0,5%
T <sub>6</sub>	Cabrio Top + Cantus	Piraclostrobina +Metiram +Boscalida	0,3% + 0,03%
T <sub>7</sub>	Kocide	Hidróxido de cobre	0,15%

\* Ingrediente Ativo \*\* Dosagem de produto comercial

Foram realizadas aplicações sequenciais dos tratamentos compreendidas nos estádios orelha-de-onça, primeiro par definitivo de folhas, segundo par definitivo de folhas e terceiro par definitivo de folhas, segundo escala fenológica proposta por Santinato e Silva (2001) e Matiello *et al.* (2005), coincidindo vinte dias de intervalo entre cada aplicação e totalizando quatro aplicações em cada tratamento.

Para a aplicação dos tratamentos, foi utilizado um pulverizador costal mecânico, com ponta de aplicação do tipo cone vazio conejet 0,3 e pressão de 3 kgf/cm<sup>2</sup> na barra de pulverização.

Para determinação de fitomassa seca de folha, raiz e caule foram realizadas coletas quinzenais após cada aplicação, sendo retiradas duas plantas por parcela, totalizando oito plantas por tratamento. No momento da coleta, cada órgão da planta foi acondicionado, separadamente, em sacos de papel, e a secagem das diferentes partes da planta foi realizada utilizando-se o método padrão de secagem em estufa com circulação de ar forçada e com temperatura de 65°C, até massa constante. O somatório de todos os órgãos resultou na fitomassa seca total (FST).

A área foliar foi determinada, retirando-se discos das folhas das mudas levados à estufa até massa constante. Correlacionando-se a massa dos discos de área conhecida com a massa total das folhas, foi possível determinar a área foliar de cada planta.

Foi determinado o índice SPAD em folhas, utilizando-se um medidor portátil de clorofila (clorofilômetro marca Minolta, modelo SPAD-502), que permite leituras instantâneas do teor relativo de clorofila na folha sem destruí-la. Os valores de SPAD refletem os teores relativos de clorofila e são calculados a partir de certa quantidade de luz emitida pelo instrumento e refletida pela folha (SALLA *et al.*, 2007).

As avaliações da taxa de crescimento absoluto (TCA) foram realizadas utilizando-se a metodologia de Benincasa (2003) definida pela expressão:  $[TCA = (P_2 - P_1) / (t_2 - t_1)]$ , em que  $P_2$  e  $P_1$  são as biomassas secas de duas amostragens sucessivas, e  $t_2$  e  $t_1$  são os dias decorridos entre as duas observações.

A taxa de crescimento relativo  $[TCR = (LnP_2 - LnP_1)/(t_2 - t_1)]$ ; taxa de assimilação líquida  $[TAL = [(P_2 - P_1) / (t_2 - t_1)] * [LnA_2 - LnA_1] / (A_2 - A_1)]$ , em que  $A_2$  e  $A_1$  são as áreas foliares de duas amostragens consecutivas; razão de área foliar  $[RAF = (\text{área foliar} / \text{biomassa total})]$ ; área foliar específica  $[AFE = (\text{área foliar} / \text{biomassa das folhas})]$  (BENINCASA, 2003).

Os dados analisados foram submetidos à análise de variância e as médias analisadas foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

## Resultados e discussão

Os parâmetros fenométricos analisados apresentaram melhores resultados nos tratamentos que receberam a aplicação da estrobilurina piraclostrobina ( $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$ ,  $T_6$ ) após a terceira aplicação (Figuras 2 a 9).

Quanto ao crescimento radicular, as plantas tratadas com piraclostrobina foram superiores às demais após a terceira aplicação, demonstrado pela maior quantidade de matéria seca acumulada (Figura 2B e 2D). A adição de silício no tratamento T<sub>3</sub> e T<sub>5</sub> e boscalida no tratamento T<sub>6</sub> não influenciou significativamente a fitomassa seca de raiz (FSR) em comparação com o tratamento T<sub>4</sub>, sugerindo que este aumento é resultado da aplicação da estrobilurina. A diferença entre os tratamentos foi mais acentuada aos 15 dias após a quarta aplicação com superioridade média de 30 e 100% (Tratamentos T<sub>2</sub> a T<sub>6</sub>) em relação aos tratamentos T<sub>7</sub> e T<sub>1</sub>, respectivamente (Figura 2D).

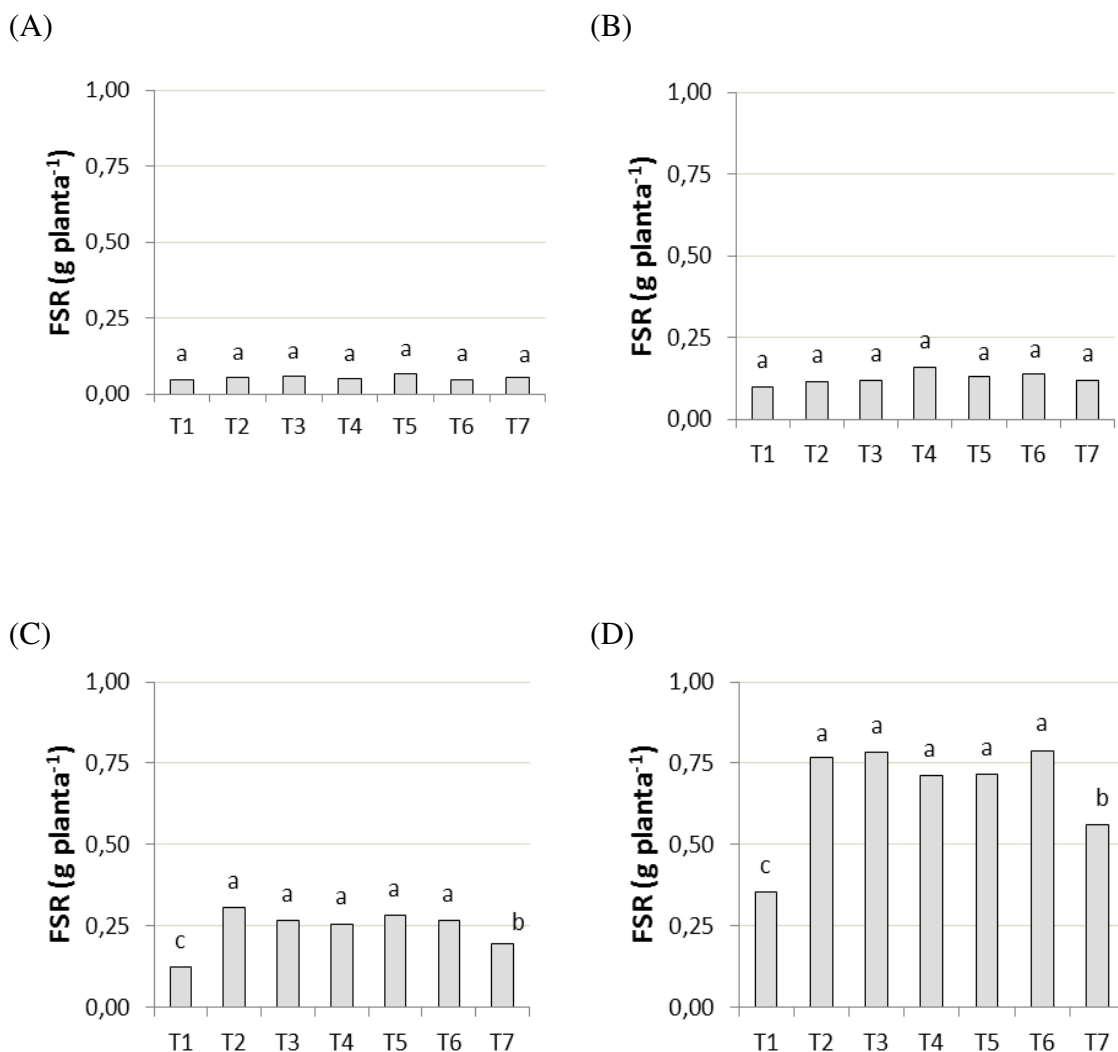
Esses resultados são relevantes, pois quando o teor de carboidratos é maior do que as exigências do crescimento, as raízes armazenam estas substâncias sob a forma de amido (NUTMAN, 1933; BECKLEY, 1935 apud Rena *et al.*, 1986).

Analisando o crescimento de caule, nota-se comportamento similar ao observado para fitomassa seca de raízes (Figura 3). Nesta última, a média dos tratamentos com piraclostrobina foi 50% superior aos demais.

Para culturas em geral, o acúmulo de fitomassa seca no caule pode ser uma importante característica, pois parte desta fitomassa pode ser remobilizada, principalmente em períodos de estresse (VAN KEULER; WOLF, 1986; CHAVES, 2002). Para mudas de café, este acúmulo pode ser importante para a sustentação da planta e formação de ramos produtivos.

Com relação à fitomassa seca em folhas (FSF), esta também foi influenciada pelo tratamento com piraclostrobina. Estas mudas apresentaram folhas maiores e, portanto, com maior capacidade fotossintética, contribuindo para o desenvolvimento inicial das mudas. No momento do plantio, estas mudas apresentaram média de FSF 40% superior à média dos demais tratamentos (Figura 4).

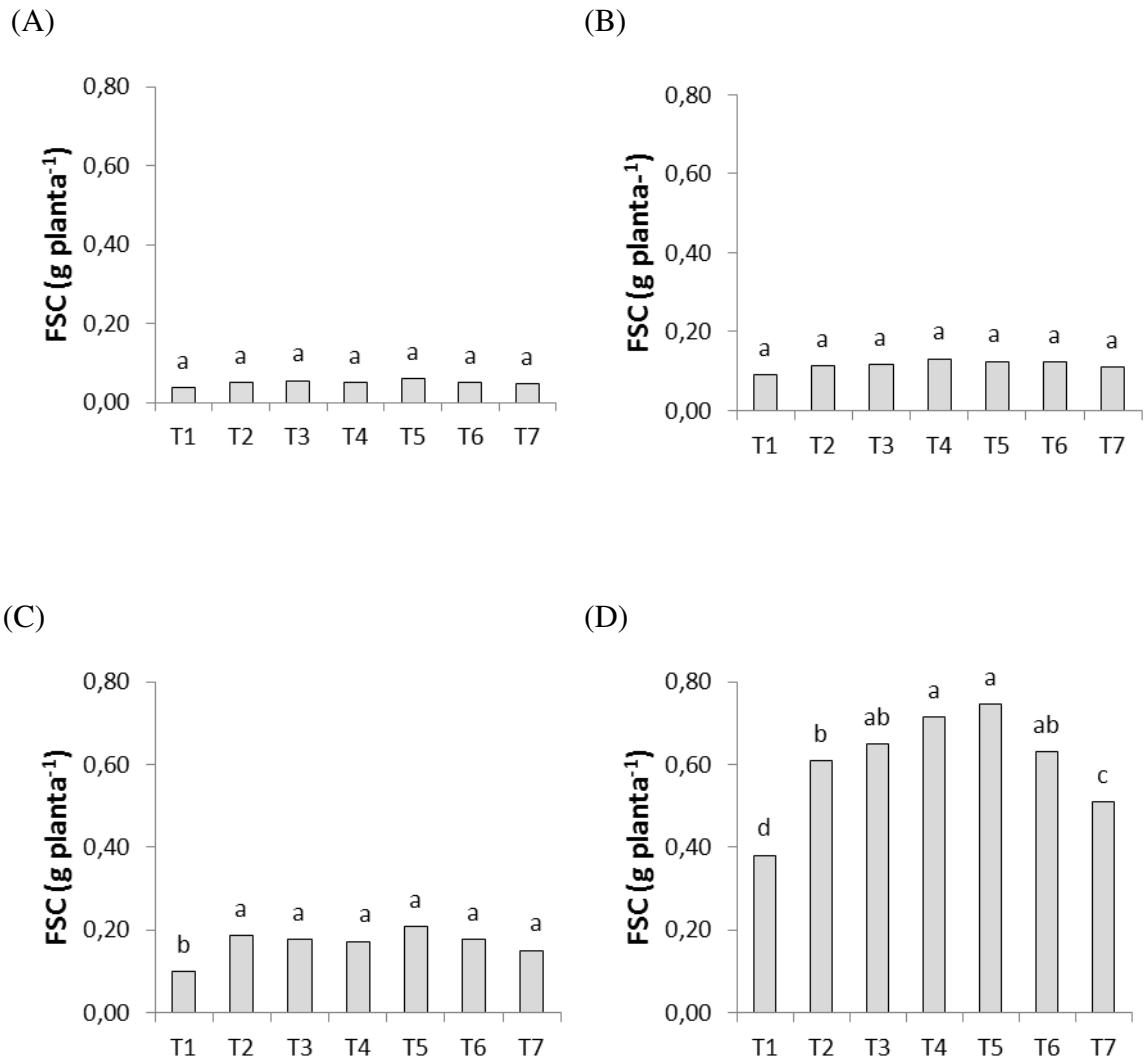
Esse efeito tem sido atribuído às alterações fisiológicas ocasionadas pelo fungicida, a qual tem favorecido o crescimento e desenvolvimento de várias culturas (GROSSMANN; RETZLAFF, 1997; BRYSON *et al.*, 2000). Devido à inibição na cadeia transportadora de elétrons, ocorre acidificação no citoplasma, aumentando assim a atividade da enzima nitrato redutase e, conseqüentemente, a assimilação de nitrogênio (GLAAB; KAISER, 1999).



cv. 12,83%

**Figura 2.** Fitomassa seca de raiz (FSR) de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T<sub>1</sub>), Piraclostrobina+Metiram (T<sub>2</sub>), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T<sub>3</sub>), Piraclostrobina (T<sub>4</sub>), Piraclostrobina + Silício (T<sub>5</sub>), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T<sub>6</sub>), Hidróxido de cobre (T<sub>7</sub>), aos quinze dias após a primeira aplicação (A), quinze dias após a segunda aplicação (B), quinze dias após a terceira aplicação (C) e aos quinze dias após a quarta aplicação (D). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

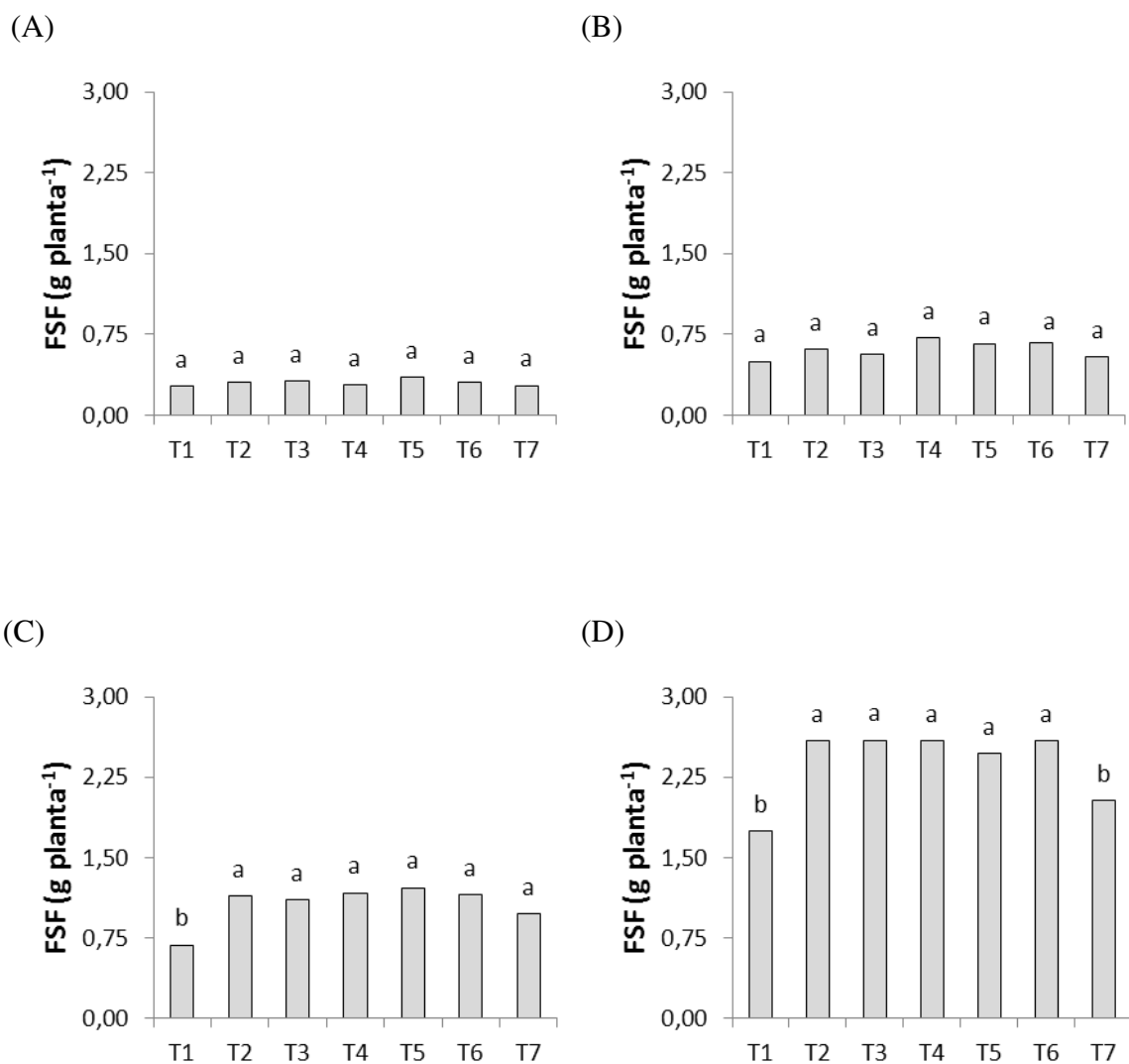


cv. 11,63%

**Figura 3.** Fitomassa seca de caule (FSC) de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T<sub>1</sub>), Piraclostrobina+Metiram (T<sub>2</sub>), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T<sub>3</sub>), Piraclostrobina (T<sub>4</sub>), Piraclostrobina + Silício (T<sub>5</sub>), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T<sub>6</sub>), Hidróxido de cobre (T<sub>7</sub>), aos quinze dias após a primeira aplicação (A), quinze dias após a segunda aplicação (B), quinze dias após a terceira aplicação (C) e aos quinze dias após a quarta aplicação (D). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro



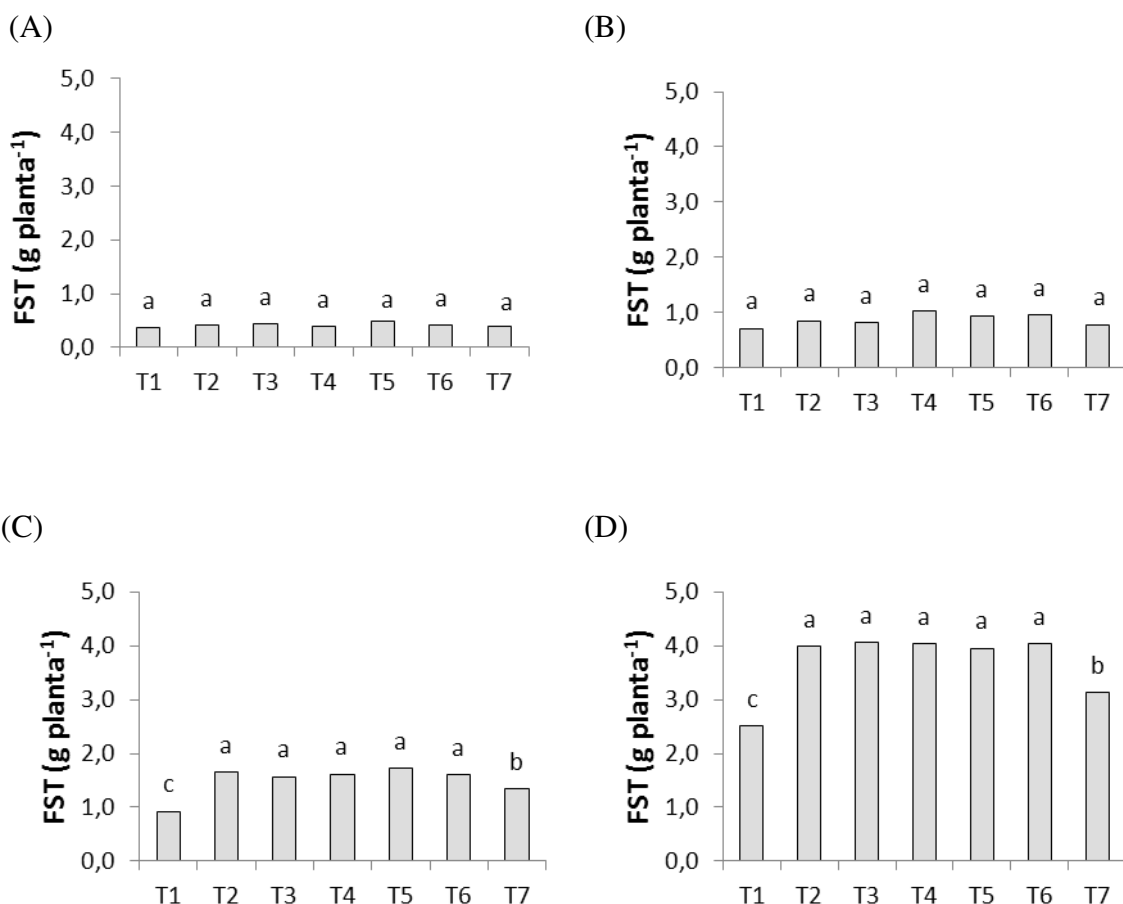


cv. 11,2%

**Figura 4.** Fitomassa seca de folhas (FSF) de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T<sub>1</sub>), Piraclostrobina+Metiram (T<sub>2</sub>), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T<sub>3</sub>), Piraclostrobina (T<sub>4</sub>), Piraclostrobina + Silício (T<sub>5</sub>), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T<sub>6</sub>), Hidróxido de cobre (T<sub>7</sub>), aos quinze dias após a primeira aplicação (A), quinze dias após a segunda aplicação (B), quinze dias após a terceira aplicação (C) e aos quinze dias após a quarta aplicação (D). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

A fitomassa seca total (FST), observada para os tratamentos com a piraclostrobina, aumentou significativamente (Figura 5). Na quarta avaliação, a média de FST nestes tratamentos foi 60% superior em relação à testemunha tratamento T1 e aproximadamente 25% superior à aplicação de hidróxido de cobre tratamento T7. Os valores corroboram com os resultados obtidos por Fagan (2007), que diz que a piraclostrobina atua principalmente na taxa de assimilação de carbono e nitrogênio e na partição de fitomassa seca em soja (*Glycine max*, L. Merrill).



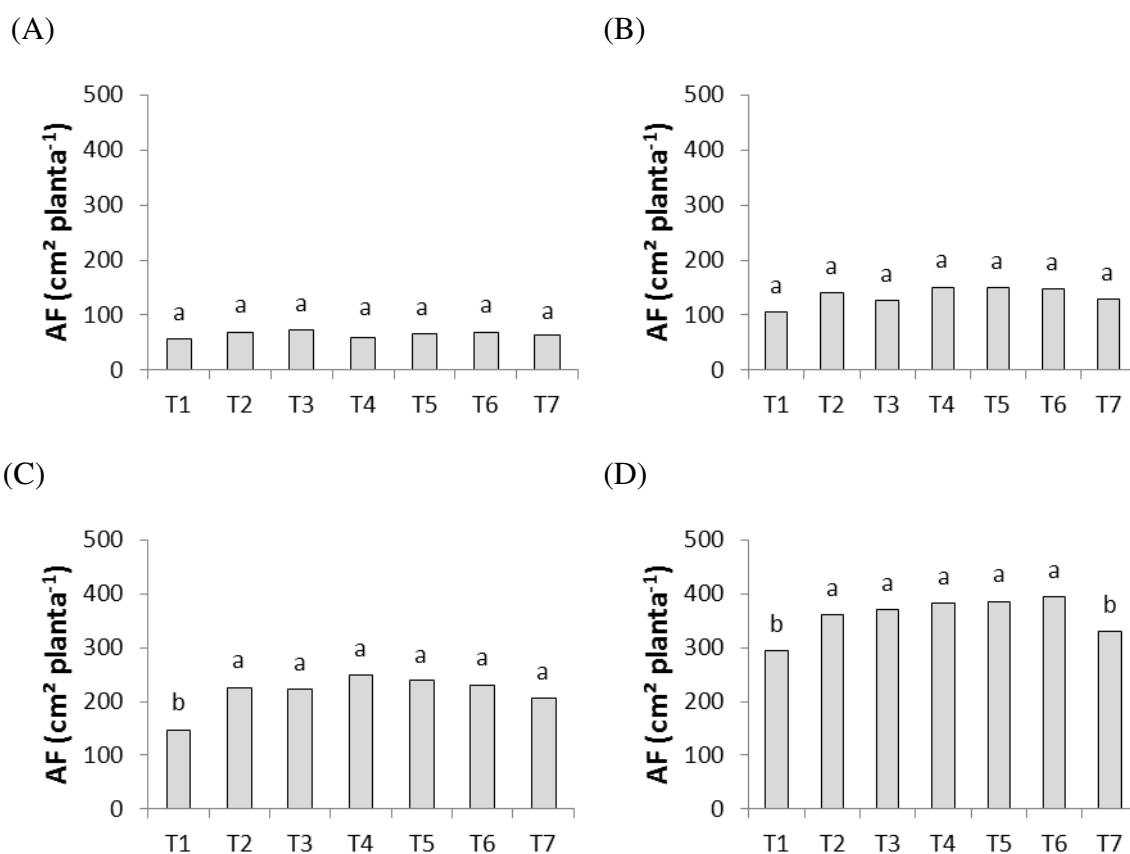
cv. 8,85%

**Figura 5.** Fitomassa seca de total (FST) de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T<sub>1</sub>), Piraclostrobina+Metiram (T<sub>2</sub>), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T<sub>3</sub>), Piraclostrobina (T<sub>4</sub>), Piraclostrobina + Silício (T<sub>5</sub>), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T<sub>6</sub>), Hidróxido de cobre (T<sub>7</sub>), aos quinze dias após a primeira aplicação (A), quinze dias após a segunda aplicação (B), quinze dias após a terceira aplicação (C) e aos quinze dias após a quarta aplicação (D). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

O aumento da matéria seca em folhas (Figura 4D) pode ser observado proporcionalmente com relação ao aumento da área foliar (Figura 6D). A piraclostrobina proporcionou um aumento médio de 30% da área foliar em relação à testemunha e de 15% em relação ao hidróxido de cobre.

Segundo Ibarra (1985) e Jorge, e Gonzalez (1997), a área foliar é um índice importante em estudos sobre crescimento vegetal, pois uma vez que o metabolismo da planta é ativado, ocorre o crescimento das folhas, incrementando o acúmulo de matéria seca, aumentando a capacidade fotossintética potencial e consequentemente os rendimentos da cultura.



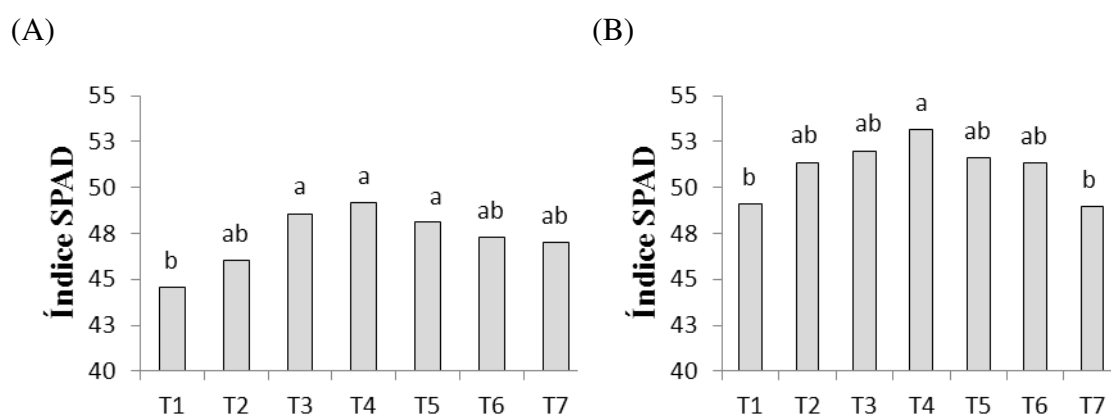
cv. 15,02%

**Figura 6.** Área foliar (AF) de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T<sub>1</sub>), Piraclostrobina+Metiram (T<sub>2</sub>), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T<sub>3</sub>), Piraclostrobina (T<sub>4</sub>), Piraclostrobina + Silício (T<sub>5</sub>), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T<sub>6</sub>), Hidróxido de cobre (T<sub>7</sub>), aos quinze dias após a primeira aplicação (A), quinze dias após a segunda aplicação (B), quinze dias após a terceira aplicação (C) e aos quinze dias após a quarta aplicação (D). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

Os tratamentos à base da estrobilurina piraclostribina também ocasionaram aumento no índice SPAD. Plantas que recebem este fungicida aumentam a produção de citocininas, o que conseqüentemente incrementaria o efeito verde e possivelmente aumentaria a força drenó da planta, devido à ação da citocinina na invertase extracelular.

De acordo com Bertelsen *et al.* (2001 *apud* Fagan, 2007), a retenção da área foliar é um dos principais efeitos das plantas tratadas com estrobilurinas, devido ao aumento na produção de citocininas. As citocininas atuam na distribuição de fotoassimilados por regular a enzima invertase ligada à parede celular (NAGEL *et al.*, 2001 *apud* FAGAN, 2007). Concentrações maiores de citocina provocam a menor degradação de clorofilas e carotenóides (QUIRINO *et al.*, 2000).



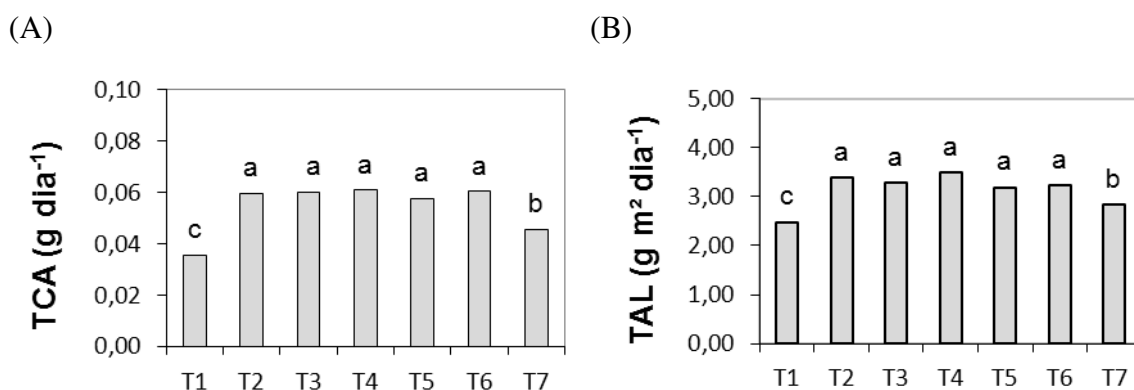
**Figura 7.** Índice SPAD de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T<sub>1</sub>), Piraclostrobina+Metiram (T<sub>2</sub>), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T<sub>3</sub>), Piraclostrobina (T<sub>4</sub>), Piraclostrobina + Silício (T<sub>5</sub>), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T<sub>6</sub>), Hidróxido de cobre (T<sub>7</sub>), aos quinze dias após a primeira aplicação (A) e quinze dias após a segunda aplicação (B). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O aumento da fitomassa seca de folhas (Figura 4D) da área foliar (Figura 6D) e do índice SPAD (Figura 7) nos tratamentos com estrobilurina refletem diretamente o aumento da taxa de assimilação líquida (TAL) das plantas, que é o incremento de material vegetal por unidade de área foliar e de tempo. A TAL foi 18% maior para os tratamentos com piraclostrobina em relação ao hidróxido de cobre e 30% maior em relação à testemunha (Figura 8B).

Fujise e Tsuno (1962) dizem que a atividade fotossintética por unidade de área foliar é a principal contribuidora para a TAL; por este aspecto é importante manter uma alta atividade fotossintética pelo maior período de tempo possível.

Devido aos incrementos provocados pelo tratamento com fungicida nas variáveis mencionadas acima, pode-se dizer que a piraclostrobina influenciou diretamente a taxa de crescimento absoluto (TCA) das plantas de café (Figura 8A). Os tratamentos que receberam a aplicação da piraclostrobina tiveram em geral valores de TCA 25% maiores que o tratamento com hidróxido de cobre e 42% maiores que a testemunha.



**Figura 8.** (A) Taxa de Crescimento absoluto (TCA) e (B) taxa de assimilação líquida (TAL) de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T<sub>1</sub>), Piraclostrobina+Metiram (T<sub>2</sub>), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T<sub>3</sub>), Piraclostrobina (T<sub>4</sub>), Piraclostrobina + Silício (T<sub>5</sub>), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T<sub>6</sub>), Hidróxido de cobre (T<sub>7</sub>). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

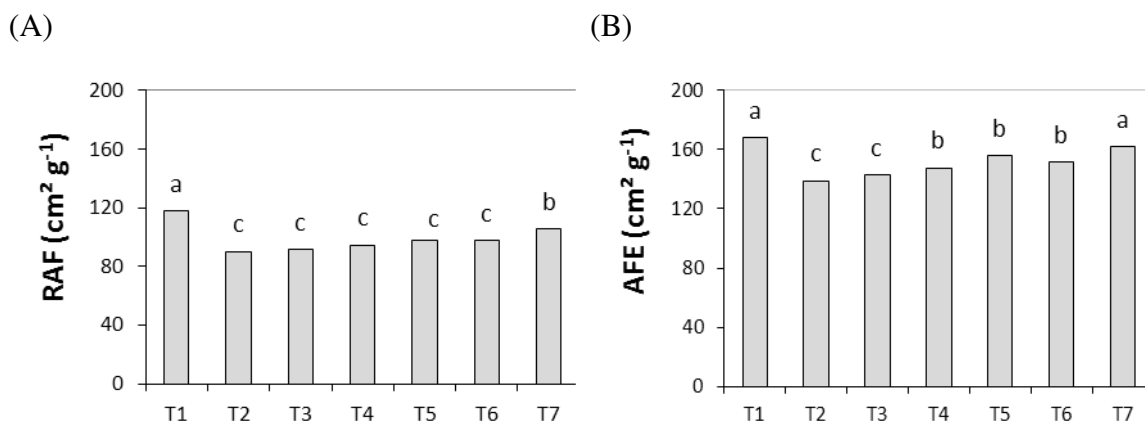
\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

Os tratamentos que receberam a aplicação da piraclostrobina apresentaram uma menor área foliar por unidade de matéria seca acumulada, indicando uma maior eficiência na utilização da área foliar e expressando o maior crescimento da planta (Figura 9A). A razão de área foliar (RAF) é um componente morfológico do crescimento que representa a superfície assimilatória por unidade de matéria seca total, ou a área foliar útil para fotossíntese. Na verdade, indica a área foliar que está sendo usada pela planta para produzir um grama de matéria seca (BENINCASA, 2003).

Na a figura 9B, verifica-se que a área foliar específica (AFE) foi menor para os tratamentos que receberam a aplicação da piraclostrobina. A AFE indica a espessura foliar, e segundo Scott e Batchelor (1979), as folhas não expandem as mesmas taxas em que o crescimento progride, principalmente sobre um estímulo de crescimento.

A mistura de silício junto à piraclostrobina não influenciou a espessura da folha, sugerindo que plantas de café não acumulam silício na parede celular. Bursleim *et al.* (1996) dizem que a aplicação de silício em plantas acumuladoras deste elemento age mais positivamente sobre a produção de biomassa do que no tamanho da folha. Porém Miyake e Takahashi (1985) dizem que plantas não acumuladoras de silício caracteri-

zam-se por um baixo teor do elemento, mesmo com altos níveis de Si no meio, indicando um mecanismo de exclusão.



**Figura 9.** (A) Razão de área foliar (RAF) e (B) área foliar específica de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: vide Tabela 1. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

## Conclusões

As mudas de café Catuaí 144 tratadas com piraclostrobina apresentaram maior atividade fisiológica, permitindo um maior crescimento e desenvolvimento da muda, além do aumento do sistema radicular.

A piraclostrobina se mostrou eficiente, quando usada em separado com o produto Comet e em mistura pronta através do produto Cabrio Top e também nas misturas com Cantus e Sili K.

O silício não proporcionou alterações fisiológicas e morfológicas nas mudas de café.

## Referências

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.

BRYSON, R.J.; LEANDRO, L.; JONES, D.R. The physiological effects of kresoxim-methyl on wheat leaf greenness and the implication for crop yield. In: **Proceedings of the Bright-**

on **Crop Protection Conference: Pests and Diseases**, 2000, Farnham. Proceedings Farnham: British Crop Protection Council, p. 739-747, 2000.

BURSLEIM, D.F.R.; GRUBB, P.J.; TURNER, I.M. Responses to stimulated drought and elevated nutrient supply among shade-tolerant tree seedlings of lowland tropical forests in Singapore. **Biotropica**. Switzerland, v. 28, p. 636–648, 1996.

CARVALHO, M. M.; ALVARENGA, G. Determinação do estágio de desenvolvimento mínimo do fruto do cafeeiro (*Coffea arabica*), para a germinação. In: **Congresso Brasileiro de pesquisas cafeeiras**, 7. Araxá, 1979. Resumos. Rio de Janeiro, IBC/gerca, p. 118-119. 1979.

CHAVES, M.M.; PEREIRA, J.S.; MAROCO, J.P.; RODRIGUES, M.L.; RICARDO, C.P.P.; OSÓRIO, M.L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with water stress in the Field: photosynthesis and growth. **Annals of Botany**. London, v. 89, p. 907-916, 2002.

DOURADO NETO, D.; OLIVEIRA, R. F. F500 em soja e milho – Efeitos fisiológicos comprovados. **Atualidades Agrícolas, BASF**. São Paulo, p. 12-16, 2005.

FRANCO, C. M. **Influência do pergaminho sobre a germinação de sementes de café**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1946. 7p. (Relatório da seção de fisiologia)

FUJISE, K.; TSUNO, Y. Study on the dry matter production of sweet potato. I. Photosynthesis in the sweet potato with special reference to measuring of intact leaves under natural conditions. **Proceedings Crop Science Society of Japan**. Tokio, v. 13, p. 145-149, 1962.

GLAAB, J.; KAISER, W.M. Increased nitrate reductase activity in leaf tissues after application of the fungicide Kresoxim-methyl. **Planta**. Berlin, v. 207, p. 442-448, 1999.

GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim methyl in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Pesticide Science**. Oxford, v. 50, p. 11-20, 1997.

IBARRA R., W.E. **Comparación y validación de métodos de estimación de área foliar en ocho cultivares de sorgo granífero** (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Maracay, 1985. 112p. Tesis de grado – Facultad de Agronomía, U.C.V.

JORGE, Y.; GONZÁLEZ, F. Estimación del área foliar en los cultivos de ají y tomate. **Agrotecnia de Cuba**. Havana, v. 27, n. 1, p. 123-126, 1997.

KORNDÖRFER, G. H; SNYDER, G.H.; UCHOA, G.; DATNOFF, L.E. Calibration of soil and plant silicon analysis for rice production. **Journal of Plant Nutrition**. New York, v. 24, p. 1071-104, 2001.

MAESTRI, M.; VIEIRA, C. Nota sobre a redução da porcentagem de germinação de sementes de café (*Coffea arabica* L. var. bourbon), por efeito do ácido giberélico. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 11, p. 247-249, 1961.

MATIELLO, J. B.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S.R. Adubos, corretivos e defensivos para a lavoura cafeeira. Varginha: MAPA/PROCAFÉ/EMBRAPA-Café, 2006. 89 p.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; CAMARGO, A.P.de *et al.* A moderna cafeicultura nos cerrados. Rio de Janeiro: IBC, 1987. 148p.

MATIELLO, J.B; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDEZ, D.R. **Cultura do café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro/ Varginha: MAPA/PROCAFÉ, 2002. 434p.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D.R. **Cultura do café no Brasil**: novo manual de recomendações. Varginha: PROCAFÉ, 2005. 438p.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of soybean plants in a solution culture. **Soil Science and Plant Nutrition**. Japan, v. 31, p. 625-636, 1985.

QUIRINO, B. F.; NOH, Y. S.; HIMELBLAU, E.; AMASINO, R. M. Molecular aspects of leaf senescence. **Trends Plant Science**. London, v. 5, n. 7, p. 278-282, July 2000.

RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do Cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba-SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986.440p.

SALLA, L.; RODRIGUES, J.C.; MARENCO, R.A. Teores de clorofila em árvores tropicais determinados com o SPAD-502. **Nota Científica RBB**, Vol. 5, n. S2, 2007 Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/174/163> > Acesso em: 10 jun. 2008.

SANTINATO, R.; SILVA, V.A. **Tecnologias para produção de mudas de café**. Belo Horizonte: O Lutador, 2001. 116p.

SCOTT, H. D., BATCHELOR, J. D. Dry weight and leaf area productions rates of irrigated determinate soybeans. **Agronomy Journal**, v. 17, n. 5, p. 776-7782, 1979.

SILVA, J. E. da; SANT'ANNA, R.; FERREIRA, L. G. R. Influência da temperatura sobre a translocação axial de fotoassimilados e na formação de lesões no caule de cafeeiros (*Coffea arabica* L.). **Revista Ceres**. Viçosa, v. 23, p. 209-221, 1976.

VAN KEULER, H.; WOLF, J. **Modelling of agricultural production**: weather, soils and crops. Pudoc: Wageningen, 1986, 478p.

YOSHIDA, S. The physiology of silicon in rice. In: Taipei: Food and Fertilization Technology Center, 1975. **Technical Bulletin**, 25.