

# DESENVOLVIMENTO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE CAFEEIRO INOCULADAS COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO

*DEVELOPMENT AND NUTRITION OF COFFEE SEEDLINGS INOCULATED WITH GROWTH PROMOTING  
BACTERIA*

Márcio Sampaio Pimentel <sup>(1)</sup>, Marta dos Santos Freire Ricci <sup>(2)</sup>, Janaina Ribeiro Costa <sup>(2)</sup>, Verônica Massena Reis <sup>(2)</sup>, Vera Lúcia da  
Silva Santos <sup>(3)</sup> e Marinete Flores da Silva <sup>(4)</sup>.

---

<sup>(1)</sup> Eng<sup>o</sup>. Agrônomo, Dr, Professor Adjunto da Univasf, Petrolina/PE. e-mail: marcio.pimentel@univasf.edu.br;

<sup>(2)</sup> Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, Dr<sup>a</sup>, Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, C. Postal 74505, BR 465 km 07, Seropédica/RJ, Brasil, 23851-970. e-mail: marta@cnpab.embrapa.br\*, janaina@cnpab.embrapa.br, veronica@cnpab.embrapa.br

<sup>(3)</sup> Bolsista da Embrapa Café, e-mail: veralusan@hotmail.com;

<sup>(4)</sup> Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, MSc, Bolsista da Capes / UFRRJ, [marineteflores@yahoo.com.br](mailto:marineteflores@yahoo.com.br)

(Recebido para Publicação em 04/04/2007, Aprovado em 11/01/2008)

## RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inoculação de bactérias promotoras de crescimento no desenvolvimento e na nutrição de mudas de café (*Coffea arabica* L.). Avaliaram-se dez tratamentos no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco cultivares de café (Icatu amarelo, Obatã, Oeiras, Catucaí amarelo e Catuaí vermelho) e dois níveis de inoculação: com bactérias promotoras de crescimento e sem (controle). As mudas foram cultivadas em sacolas de polietileno, preenchidas com substrato constituído à base de composto orgânico, argila e areia (proporção 1:1:1, v/v). Na inoculação foi aplicado 1 mL de uma suspensão contendo  $10^8$  células  $\text{mL}^{-1}$  de *Azospirillum brasilense* (Cd<sup>T</sup>), cedida pela Coleção de Bactérias Diazotróficas da Embrapa Agrobiologia. O trabalho foi realizado em viveiro telado e conduzido durante dez meses. A altura das mudas foi avaliada aos 30, 60, 90, 120, 150, 210 e 270 dias após o transplante das mesmas, quando o ensaio foi finalizado, avaliando-se a altura, o diâmetro dos caules, a massa seca de folhas, caule + ramos e raízes das mudas, bem como a área foliar. Pela média geral das cultivares utilizadas, a inoculação favoreceu o acúmulo de N, P, K e Ca nas raízes. Dentre as cultivares, apenas a Icatu apresentou maior massa seca de folhas e maior área foliar quando inoculada.

Palavras-chaves: *Coffea arabica* L., *Azospirillum brasilense*, nutrientes, cultivares, bactérias diazotróficas.

## ABSTRACT

This work aimed to verify the effect of plant growth promoting bacteria inoculation on the developing and nutrition of coffee plants (*Coffea arabica* L.). Ten treatments were evaluated in a complete randomized design, in three replications, under a 5 x 2 factorial arrangement with five cultivars of arabic coffee (Icatu amarelo, Obatã, Oeiras, Catucaí amarelo e Catuaí vermelho) and two levels of growth promoting bacteria inoculation (with and without). Plants were cultivated in polyethylene bags filled with substrate based on organic compost, clay and sand (proportion of 1:1:1, v/v). At inoculation time, 1 mL of  $10^8$  cell  $\text{mL}^{-1}$  suspension of *Azospirillum brasilense* (Cd<sup>T</sup>). This strain belongs to the specie *Azospirillum brasilense* from Embrapa Agrobiologia Culture Collection of Diazotrophic Bacteria. This work was conducted in a screened nursery during 10 months. Seedling height was evaluated at 30, 60, 90, 120, 150, 210 e 270 days after transplanting when the assay was finished. At this time, it was evaluated plant height, stem diameters, dry weight of leaves, stem+branches and roots, besides leaf area. In general, inoculation improved the accumulation of N, P, K e Ca in the roots. Icatu cultivar was the only one that showed higher leaf dry weight and area when inoculated.

Key words: *Coffea arabica* L., *Azospirillum brasilense*, nutrients, cultivars, diazotrophic bacteria.

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de 1.700 municípios envolvidos com a cafeicultura, 2,8 milhões de hectares cultivados com a cultura e, aproximadamente, 10 milhões de pessoas ligadas direta ou indiretamente a essa atividade, tendo exportado em 1999, 23 milhões de sacas (MENDES & GUIMARÃES, 1997; AGRIANUAL, 2001). De maio de 2005 a abril de 2006, o desempenho da indústria de café do Brasil registrou aumento significativo do consumo nacional comparado com os padrões mundiais, quando se consumiu 15,95 milhões de sacas/ano, um crescimento de 2,93% em relação aos 12 meses encerrados em abril de 2005, enquanto que a média mundial se situa em torno de 1,5% ao ano (ABIC, 2006).

De acordo com ROSÁRIO (2006) o Brasil ampliou sua participação no mercado mundial de café verde e solúvel, correspondendo a 32% do comércio global do produto. Os números revelam uma menor especialização na produção de café arábica suave, como fazem Colômbia, México e outros países da América Latina (TEIXEIRA, 2002).

A produção de mudas sadias para o estabelecimento da cultura do café é relatada por ROSA et al. (2003). De acordo com os autores, é altamente desejável a redução do tempo para a obtenção de mudas bem desenvolvidas e vigorosas, visando uniformidade e a redução da porcentagem de replantio. A produção de mudas bem desenvolvidas e de qualidade é um fator importante para a cultura do café (SILVA et al., 2003; GUIMARÃES et al., 1989), sendo muitas vezes, limitante para a obtenção de boas produtividades (MARCUIZZO et al., 2003). Mudas bem formadas influenciam diretamente a estrutura do sistema radicular e da parte aérea da planta e, conseqüentemente, o comportamento futuro da planta no campo (SILVA et al., 2003). Diversos trabalhos têm estudado a importância do substrato para formação de mudas (MARCUIZZO et al., 2003; SILVA et al., 2003; VALLONE et al., 2003) em sacolas de polietileno ou em tubetes, utilizando-se substratos comerciais de diferentes origens e fertilizantes minerais ou substratos orgânicos alternativos, constituídos da mistura de solo e esterco (bovino ou de aves), composto orgânico, vermicomposto e/ou palha de café carbonizada (SILVA et al.,

2000).

A utilização de microrganismos que possibilitem o crescimento de mudas de café em um menor tempo já foi estudada, principalmente os fungos micorrízicos e suas interações com adubação fosfatada (CLEMENTE, 1988; PEREIRA, 1994; COLOZZI FILHO et al., 1994). Outra possibilidade é a inoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV). Vários gêneros e espécies foram descritos neste grupo, sendo que a maioria dos trabalhos refere-se ao grupo de bactérias diazotróficas. Dentre as várias espécies, a mais estudada é *Azospirillum brasilense*, devido a sua ocorrência mundial e estar associada a plantas de várias famílias botânicas. São rizobactérias livres capazes de promover crescimento de plantas e o aumento da produtividade em muitas culturas de importância agrícola, através da produção de substâncias promotoras de crescimento, que favorecem o aumento do sistema radicular e, conseqüentemente, da absorção de água e nutrientes, além de estudos acumulados ao longo de 20 anos comprovarem que *Azospirillum* são capazes de aumentar a produtividade em diferentes tipos de solo e clima (OKON & LABANDERA-GONZALEZ, 1994; DOBBELAERE et al., 2001)

Segundo SOMERS & VANDERLEYDEN (2004), as bactérias diazotróficas podem trazer benefícios para as plantas com as quais se associam, seja por meio da fixação biológica do nitrogênio (FBN) (permitindo um maior acúmulo de N), produção de fitormônios (estimulando o crescimento das raízes e com isso aumentando o volume de solo que elas são capazes de explorar) ou assimilação de nitrogênio (aumentando a redução de nitrato nas raízes), além de outros mecanismos.

Estudos de inoculação de café são escassos, mas mostram o potencial de utilização destes microrganismos como promotores de crescimento das plantas, principalmente pelo efeito hormonal de crescimento de raízes, o que indiretamente resulta em maior absorção de nutrientes. SAKIYAMA (2001) e SAKIYAMA et al. (2003) inocularam mudas de *Coffea arabica* e *C. canephora* com cinco isolados bacterianos (CL4, CL 8, F7-4, F6 e SS110) promotoras de crescimento e observaram maior desenvolvimento de explantes de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* do que o controle. JIMÉNEZ-SALGADO et al. (2002) utilizaram isolados de *Azospirillum* e obtiveram ganhos na biomassa

seca, no número de folhas e no conteúdo de N em mudas inoculadas de café cv. Caturra. RICCI et al. (2005) estudando o crescimento de mudas de café inoculadas com *Azospirillum brasilense* Estirpe Cd, verificaram aumento no crescimento e maior acúmulo de nutrientes nas mudas de café e que altas temperaturas podem dificultar os efeitos benéficos proporcionados pela inoculação.

Considerando os custos de manutenção das mudas nos viveiros durante meses até o seu plantio definitivo no campo, a inoculação das mesmas com bactérias promotoras de crescimento pode ser uma alternativa para acelerar o desenvolvimento das mudas, reduzindo assim os custos operacionais de viveiro, bem como aumentar a porcentagem de pagamento no campo.

O objetivo do trabalho foi verificar o efeito da inoculação de bactérias promotoras de crescimento no desenvolvimento de mudas de café de cinco variedades por meio da avaliação dos parâmetros tais como: altura, diâmetro do caule, massa seca de folhas, caules + ramos e de raízes, área foliar e acúmulo de nutrientes nas diferentes partes da planta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Embrapa Agrobiologia, em Seropédica, RJ, em viveiro telado, no período de novembro de 2004 a setembro de 2005. Foram avaliados 10 tratamentos no esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco cultivares comerciais de café (*Coffea arabica* L.) e dois níveis de inoculação: com bactérias promotoras de crescimento e sem (controle). Foram utilizadas as cultivares Icatu amarelo IAC 3282, Obatã IAC 1669-20, Oeiras MG 6851, Catucaí amarelo 2SL (resistentes à ferrugem do cafeeiro) e Catuaí vermelho IAC 144 (não resistente) Os tratamentos foram dispostos no delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Cada parcela experimental foi constituída por três mudas de café, sendo o resultado de cada parcela expresso pela média das três mudas.

As mudas foram cultivadas em sacolas de polietileno medindo 11 cm de diâmetro por 20 cm de altura, preenchidas com um substrato preparado a partir de composto orgânico, argila e areia, na proporção 1:1:1, com base em volume e enriquecido com 10% de fosfato de rocha, tendo apresentado as seguintes características químicas: pH = 6,8 (em água);  $Al^{+3} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $Ca^{+2} = 4,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $Mg^{+2}$

= 3,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P disponível (Melich 1) = 3970 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 87,0 mg dm<sup>-3</sup> (EMBRAPA, 1997).

As sementes foram germinadas previamente em canteiros contendo areia lavada. Após a germinação, cada sacola recebeu uma plântula no estágio de *palito de fósforo*. No momento da repicagem, as plântulas dos tratamentos inoculados receberam uma suspensão de células da estirpe Cd<sup>T</sup>, pertencente à espécie diazotrófica *Azospirillum brasilense*, cedida pela Coleção de Bactérias Diazotróficas da Embrapa Agrobiologia. As células foram crescidas em meio de cultivo líquido NFb (DÖBEREINER et al., 1995), modificado pela adição de frutose (0,7 %) e cloreto de amônio (0,217 g L<sup>-1</sup>), por 24 h a 30°C, sob agitação de 175 rpm. A densidade óptica a 436 nm foi ajustada para 10<sup>8</sup> células viáveis por mL, com auxílio da Câmara de Neubauer, tendo sido verificado em torno de 10<sup>8</sup> células mL<sup>-1</sup> do inoculo. Cada plântula de café recebeu 1,0 mL de suspensão, e no tratamento não inoculado, utilizou-se 1,0 mL de água esterilizada.

A altura das mudas foi avaliada aos 30, 60, 90, 120, 150, 210 e 270 dias, quando então o ensaio foi finalizado, avaliando-se neste momento, além da altura, o diâmetro do caule, a massa seca de folhas, caule + ramos e de raízes das mudas, bem como a área foliar, sendo esta última determinada por um medidor LI-COR 3100.

As folhas, os caules + ramos e as raízes foram colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante, para tomada da massa da matéria seca, sendo que as raízes foram previamente lavadas em água corrente com auxílio de uma peneira, antes de serem colocadas na estufa.

Após secas, as partes das plantas foram analisadas quanto aos teores de N, P, K, Ca e Mg. A determinação do teor de N foi feita a partir da digestão sulfúrica e destilação (BREMNER & MULVANEY, 1982); de P, K, Ca e Mg por digestão nítrico-perclórica (BATAGLIA et al., 1983), sendo o P determinado em espectrofotômetro na faixa visível a partir da formação da cor azul do complexo fosfato-molibdato na presença de ácido ascórbico como redutor (EMBRAPA, 1997).

A análise de variância dos dados com aplicação do teste F e a comparação de médias por meio do teste Scott-Knott foram feitas pelo programa SISVAR versão 4.3, software desenvolvido pelo Departamento de Ciências

Exatas, da Universidade Federal de Lavras, MG. Antes da análise, os dados foram testados quanto às pressuposições da análise de variância, como normalidade e/ou homogeneidade dos erros do modelo. Os valores de N e P em folhas, caule + ramos e raízes; K e Ca em raízes; Mg em folhas e raízes foram transformados para a função log.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para altura das mudas, diâmetro dos caules, massa seca de caules + ramos, massa seca de raízes não apresentaram diferença significativa quando as mudas foram inoculadas com BPCV quando comparada ao controle, o mesmo ocorrendo com relação a massa seca de folha por área foliar (Tabela 1). Observou-se que a massa seca total das mudas (soma de folhas, caules + ramos e raízes), obtidas aos 10 meses de idade, foram 33,3 g planta<sup>-1</sup> e 32,4 g planta<sup>-1</sup> (média das cinco cultivares), respectivamente, para as cultivares inoculadas e controles, representando um incremento de 2,7% (dados não apresentados). CORRÊA et al. (1986) obtiveram em seis meses de avaliação, um acúmulo de biomassa na ordem de 10,4 e 7,6 g planta<sup>-1</sup> nas cultivares Mundo Novo e Catuaí, respectivamente.

O crescimento das mudas de cafeeiros, expresso pela altura das plantas, foi ajustado em todas as cultivares inoculadas e controles, pelo modelo linear (Figura 1). Por outro lado, não foi observada diferença entre as datas de amostragem, tanto nas mudas inoculadas como nos controles. Os resultados sugerem que as cultivares Icatu, Obatã e Catuaí por terem apresentado maior altura quando inoculadas podem ser mais sensíveis a presença de *A. brasiliensis*, quando comparado às cultivares Oeiras e Catuaí, cujos controles apresentaram maior altura.

POZZA et al. (2000) estudando o suprimento de fertilizante de liberação lenta na altura de mudas de cafeeiro em tubetes, observaram que as doses do fertilizante mostraram efeito significativo e ajuste quadrático para a altura de planta, que alcançou 14,8 cm aos 60 dias. Vale destacar que a cultivar Icatu, quando inoculada, foi a única que apresentou altura maior que 40 cm ao fim do experimento (270 dias).

Dentre as cultivares estudadas, apenas para a Icatu foi observado que a massa seca de folhas e a área foliar aumentaram significativamente quando inoculadas com a

PIMENTEL et al. Desenvolvimento e nutrição de mudas de cafeeiro inoculadas com bactérias promotoras de crescimento

bactéria *A. brasilense* (Tabela 1). Tal resultado é coerente, visto que a expansão da área foliar está relacionada ao ganho de massa foliar. Com base na média geral das

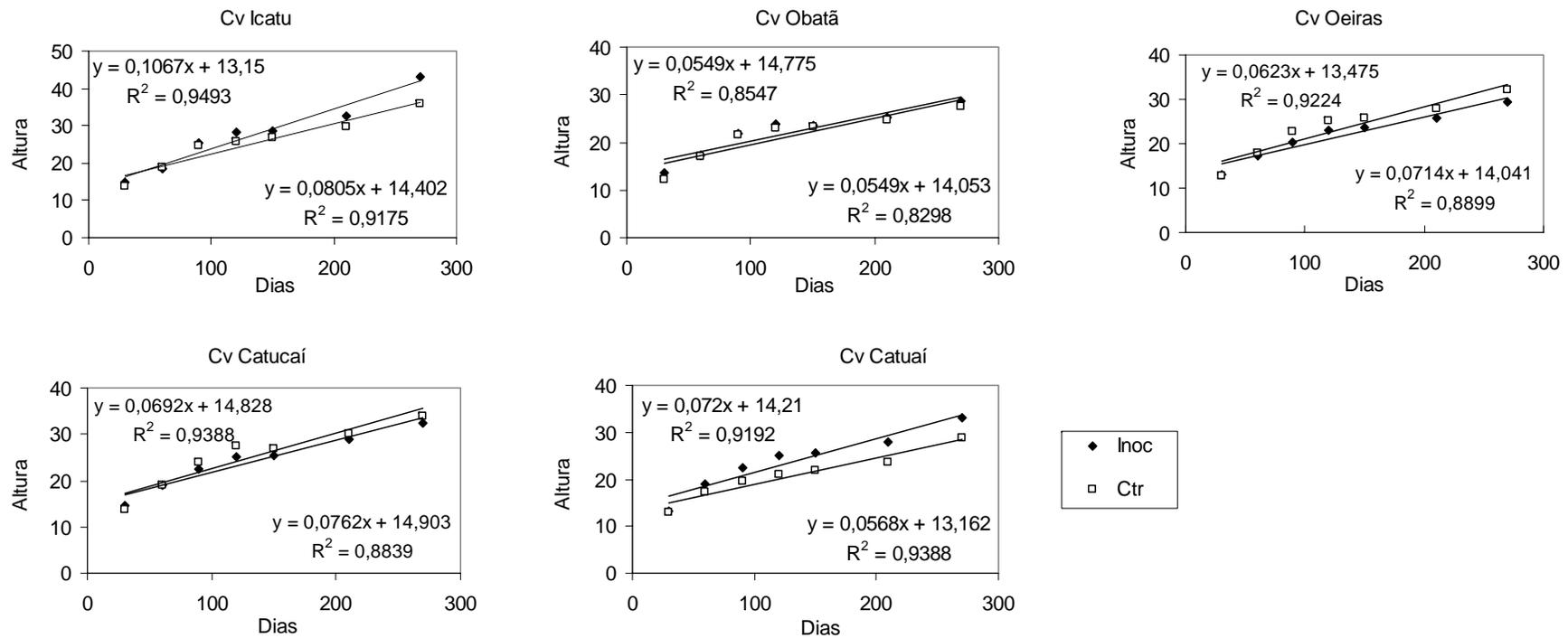
cultivares, a inoculação com a bactéria promoveu um incremento de 5,9% na biomassa das folhas e de 3,6% na área foliar, considerando o período avaliado.

Tabela 1. Médias de acúmulo de biomassa seca de folhas, área foliar e relação massa seca de folhas / área foliar (Psf / Af) de cinco cultivares de café, inoculadas (Ino) ou controle (Ctr) com *Azospirillum brasilense* estirpe Cd. Seropédica, RJ, 2005 <sup>(1)</sup>

Cultivares	Massa seca de folhas		Área foliar		Msf / Af	
	Ino	Ctr	Ino	Ctr	Ino	Ctr
Icatu	20,27 a	15,93 b	914,11 a	715,89 b	0,0221 a	0,0221 a
Obatã	13,60 a	11,46 a	608,97 a	490,96 a	0,0225 a	0,0233 a
Oeiras	14,46 a	15,78 a	598,93 a	663,54 a	0,0240 a	0,0238 a
Catucaí	15,32 a	16,73 a	662,37 a	731,52 a	0,0231 a	0,0228 a
Catuai	17,59 a	16,81 a	796,13 a	854,15 a	0,0221 a	0,0196 a
Média	16,25 a	15,34 a	716,10 a	691,21 a	0,0228 a	0,0223 a
C.V. (%)	15,2		13,1		7,7	

Médias seguidas de letras iguais, na linha (inoculação), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P>0,05).

Figura 1. Regressão da altura média das cultivares de mudas de café, inoculadas ou não com *Azospirillum brasilense* aos 30, 60, 90, 120, 150, 210 e 270 dias. Seropédica, RJ, 2005 <sup>(1)</sup>.



<sup>(1)</sup> As equações localizadas no canto superior esquerdo referem-se às mudas inoculadas enquanto aquelas no canto inferior direito às mudas não inoculadas.

A inoculação das mudas não resultou em aumentos nos teores de N, K, Ca e Mg (Tabela 2), tendo a mesma reduzido significativamente o teor médio de P (2,23 g kg<sup>-1</sup>) (média das cinco cultivares), quando comparado ao controle (2,40 g kg<sup>-1</sup>). Entretanto, nas raízes, a inoculação aumentou a concentração de N, P, K e Ca (Tabela 2). RICCI et al. (2005), estudando a promoção de crescimento de mudas de café inoculadas com *A. brasiliense* estirpe Cd, observou que a inoculação promoveu maior crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas da cultivar Catuaí. RODRIGUES (1997), estudando o crescimento e a composição mineral da parte aérea e das raízes de duas cultivares de café em resposta à calagem, observou maior acúmulo de nutrientes em folhas. Os resultados encontrados para o P sugerem que a inoculação pode alterar o destino do P na planta, que ao invés de uma maior acumulação nas folhas, tenha ocorrido nas raízes no presente estudo. CORRÊA et al. (2002) avaliando o efeito de P no desenvolvimento de mudas de acerola, relatou que houve aumento da massa seca de raízes para as doses de P e que sem a sua aplicação obteve-se menor valor de massa seca. De acordo com AMARAL et al. (2003), o P é importante para o maior desenvolvimento inicial das mudas de café. Na ausência de P, o sistema radicular apresenta-se pouco desenvolvido, o que reduz a capacidade de absorção de água e nutrientes (BRAGANÇA, 1984).

No caso do N, ALVES (1991) estudando a resposta de mudas de café em solução nutritiva em função da localização

de N no sistema radicular, observou aumento deste nutriente e o relacionou a maior síntese de compostos nitrogenados. No presente estudo, as BPCV podem ter contribuído para esse resultado, uma vez que o N é importante para a produção de auxinas (RADWAN et al., 2004). O efeito da inoculação foi marcante para o enraizamento das plantas e o aumento de teores de nutrientes. Este efeito está diretamente relacionado à produção de hormônios de crescimento radicular, no caso as auxinas pertencentes ao grupo do ácido indol-acético. RADWAN et al. (2002) compararam a produção de compostos indólicos entre diferentes espécies de bactérias diazotróficas e observaram que a estirpe Cd de *Azospirillum brasilense* era a mais produtiva das cinco espécies testadas. EL-KHAWAS & ADACHI (1999) observaram que na presença de concentrações ótimas de células das espécies de bactérias diazotróficas *Azospirillum brasilense* e *Klebsiella pneumoniae* ocorria um aumento significativo do comprimento radicular, área, massa seca e desenvolvimento lateral de raízes e pêlos radiculares. Isto pode explicar o aumento na absorção de nutrientes, principalmente aqueles requeridos em maior quantidade, como N, P e K.

Quanto aos teores de N, P, Ca e Mg acumulados nos caules + ramos, a inoculação não resultou em incrementos (Tabela 2), sendo que para o K, foi observado um incremento deste nutriente apenas na cultivar Icatu. O crescimento das mudas foi favorecido, provavelmente, pela produção do hormônio (AIA) que auxiliou seu maior enraizamento.

Tabela 2. Teores médios de N total, P, K, Ca e Mg (g kg<sup>-1</sup>) em folhas, caule+ramos e raízes em mudas de café, inoculadas ou não com *Azospirillum brasilense*. Seropédica, RJ<sup>(1)</sup>.

Cultivares	N		P		K		Ca		Mg	
	Ino	Ctr	Ino	Ctr	Ino	Ctr	Ino	Ctr	Ino	Ctr
----- Folha -----										
Icatu	33,36 a	32,83 a	1,97 b	2,58 a	12,16 a	13,66 a	11,80 a	12,38 a	3,93 a	4,26 a
Obatã	34,86 a	36,13 a	2,00 a	2,10 a	13,33 a	13,50 a	11,78 a	10,58 a	4,20 a	3,65 b
Oeiras	34,83 a	34,00 a	2,40 b	2,87 a	12,16 a	12,66 a	12,21 a	12,03 a	4,03 a	4,26 a
Catuaí	32,16 a	32,06 a	2,55 a	2,29 a	13,66 a	17,00 a	12,75 a	13,23 a	4,26 a	4,51 a
Catuaí	34,43 a	33,23 a	2,24 a	2,17 a	13,50 a	11,50 a	13,55 a	12,26 a	4,55 a	4,23 a
Média	33,93 a	33,65 a	2,23 b	2,40 a	12,96 a	13,66 a	12,42 a	12,10 a	4,19 a	4,18 a
CV (%)	5,4		9,4		14,9		8,8		6,7	
----- Caules + ramos -----										

PIMENTEL et al. Desenvolvimento e nutrição de mudas de cafeeiro inoculadas com bactérias promotoras de crescimento

Icatu	12,86 a	12,60 a	1,34 a	1,22 a	12,66 a	9,66 b	4,71 a	4,13 a	1,78 a	1,48 a
Obatã	16,06 a	15,60 a	1,66 a	1,69 a	12,16 a	11,50 a	5,36 a	5,53 a	1,96 a	1,81 a
Oeiras	15,06 a	13,86 a	2,05 a	1,98 a	12,50 a	10,33 a	5,81 a	4,91 a	2,20 a	2,05 a
Catucaí	14,03 a	13,53 a	1,46 a	1,52 a	8,50 a	11,16 a	4,58 a	5,06 a	1,65 a	1,71 a
Catuai	14,53 a	16,03 a	1,66 a	1,39 a	9,83 a	10,50 a	5,13 a	4,85 a	2,06 a	2,02 a
Média	14,51 a	14,32 a	1,63 a	1,56 a	11,13 a	10,63 a	5,12 a	4,90 a	1,93 a	1,81 a
CV (%)	7,4		10,8		14,3		14,6		14,9	
----- Raízes -----										
Icatu	17,66 a	18,46 a	1,87 a	1,05 b	15,66 a	7,33 b	5,73 a	3,56 b	3,53 a	2,48 a
Obatã	20,36 a	18,93 a	1,45 a	1,12 a	14,66 a	8,33 b	6,18 a	4,40 a	3,11 a	3,88 a
Oeiras	20,33 a	17,86 b	1,87 a	1,55 a	15,83 a	10,66 a	6,30 a	5,15 a	3,83 a	4,11 a
Catucaí	18,93 a	17,10 b	1,51 a	1,18 a	12,66 a	10,83 a	4,60 a	4,46 a	3,20 a	3,85 a
Catuai	19,56 a	19,73 a	1,08 a	1,08 a	9,50 a	12,83 a	3,78 a	3,86 a	2,53 b	3,93 a
Média	19,37 a	18,42 b	1,55 a	1,19 b	13,66 a	10,00 b	5,32 a	4,29 b	3,24 a	3,65 a
CV (%)	5,3		21,3		28,4		20,7		21,2	

<sup>(1)</sup> Ino – mudas inoculadas; Ctr – mudas controle. Médias seguidas de letras iguais, na linha (inoculação), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P>0,05).

## CONCLUSÃO

Não foi observada diferença significativa para altura das mudas, diâmetro dos caules, massa seca de caules + ramos, massa seca de raízes e relação massa seca de folha por área foliar para todas as cultivares quando inoculadas com a bactéria *Azospirillum brasilense* estirpe Cd. Dentre as cultivares analisadas, apenas a cultivar Icatu promove maior acúmulo de biomassa seca de folhas e expansão da área foliar quando inoculada com *Azospirillum brasilense* estirpe Cd. Em termos de média geral, observa-se que as cinco cultivares inoculadas apresentam maior teor de N, P, K e Ca, enquanto em folhas o teor de P é menor.

## REFERÊNCIAS

ABIC-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ (Rio de Janeiro, RJ). **Indicadores da indústria de café no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/estatisticas.html>>. Acesso em: 01 dez. 2006.

AGRARIANAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Ed. Agros Comunicação, 2001. p.545.

ALVES, J.D. **Respostas de mudas de café em solução nutritiva à localização de nitrogênio, fósforo e enxofre no**

**sistema radicular**. Viçosa, 1991. 97p. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa.

AMARAL, A.S.; BARROS, U.V.; BARBOSA, C.M.; MATIELLO, J.B. Localização e granulometria do superfosfato simples na cova do cafeeiro – efeito na produção e no teor foliar. In: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 4. 2002, Vitória, **Anais**. Brasília, DF: Embrapa Café, 2003. (2096p.), p.2056-2059.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BRAGANÇA, S.M. **Efeito de fontes e doses de fósforo no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica*)**. Lavras, 1984. 105p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura de Lavras.

BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen total. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. A.; KEENEY, D. R. (Ed). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1982. Part2. p.595-624. (Agronomy, 9).

CLEMENTE, C.M. **Nutrição mineral e crescimento de mudas de cafeeiro sob influência de *Gigaspora margarita* (Becker & Hall), matéria orgânica e fósforo**. Lavras, 1988.

145p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura de Lavras.

COLOZZI FILHO, A.; SIQUEIRA, J.O.; SAGGIN JÚNIOR, O.J.; GUIMARÃES, P.T.G.; OLIVEIRA, E. Efetividade de diferentes fungos micorrízicos arbusculares na formação de mudas, crescimento pós-transplante e produção do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, D.F., v.29, n.9, p.1397-1406, set. 1994.

CORRÊA, F.L. de O.; SOUZA, C.A.S.; CARVALHO, J.G. de C.; MENDONÇA, V. Fósforo e zinco no desenvolvimento de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p.793-796, 2002.

CORRÊA, J.B.; GARCIA, A.W.R.; COSTA, P.C. da. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 13., 1986, São Lourenço, **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: IBC, 1986. (167p.), p.35-41.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDELEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABELLERO-MELLADO, J., FRANCISCO AGUIRRE, J., KAPULNIK, Y., BRENER, S., BURDMAN, S.; KADORI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Response of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.28 (9), p.871-879, 2001.

DÖBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I. **Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas**. Brasília: EMBRAPA-SPI: Itaguaí, RJ: EMBRAPA CNPAB, 1995. 60 p.

EL-KHAWAS, H., ADACHI, K. Identification and quantification of auxins in culture media of *Azospirillum* and *Klebsiella* and their effect on rice roots. **Biology and Fertility of Soils**, v.28 (4), p.377-381, 1999.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (Documentos, 1).

GUIMARÃES, P. T. G.; CARVALHO, M. M. de; MENDES, A. N. G.; BARTHOLO, G. F. Produção de mudas de café: coeficientes técnicos da fase de viveiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.162, p.5-10, 1989.

JIMÉNEZ-SALGADO, T.; VÁSQUEZ-CHÁVEZ, L.; TAPIA-HERNÁNDEZ, A.; MASCARÚA-ESPARZA, M.A.; ROSAS-MORALES, M.; FUENTES-RAMÍREZ, L.E. Response of the coffee plant to the inoculation with *Azospirillum* sp. In: FINAN,

T.M.; O'BRIAN, M.R.; LAYZELL, D.B.; VESSEY, J.K.; NEWTON, W. (Ed.). **Nitrogen fixation; global perspectives**. Oxon: CABI, 2002. p.497.

MARCUZZO, K.V.; MELO, B.; TEODORO, R.E.F.; ALVARENGA, C.B.; GONÇALVES, M.V.; GUIRELLI, J.E. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro em diferentes substratos e doses de fertilizante de liberação gradual. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional de Café & Saúde, 3. 2003, Porto Seguro, **Anais**. Brasília, DF: Embrapa Café, 2003. (447p.), p.284-285.

MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, A.F. **Economia cafeeira: O Agribusiness**. Universidade Federal de Lavras - UFLA - FAEPE, Lavras/MG. 1997. p.59.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALEZ, A. C. Agronomic applications of *Azospirillum*: An evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 26 (12), p.1591-1601, 1994.

PEREIRA, L.A.A. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) na presença de *Gigaspora margarita* Becker & Hall e *Rhizoctonia solani*, Kuhn**. Lavras, 1994. 61p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura de Lavras.

POZZA, A.A.A.; GUIMARÃES, P.T.G.; POZZA, E.A.; ROMANIELLO, M.M.; MARTINS, M.F. Suprimento do fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de cafeeiro em tubetes. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1. 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos**. Brasília, D.F.: Embrapa Café; Belo Horizonte: Minasplan, 2000. 2v. (1490p.), p.1458-1461.

RADWAN, T.; EL-S. EL-D.; MOHAMED, Z. K.; REIS, V. M. Production of indole-3-acetic acid by different strains of *Azospirillum* and *Herbaspirillum* spp. **Symbiosis**, Rehovot, v.32, p.39-54, 2002.

RADWAN, T.EL-S.EL-D.; MOHAMED, Z.K.; REIS, V.M. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.39 (10) p.987-994, 2004.

RICCI, M. dos S. F.R.; COSTA, J.R.; REIS, V.M.; OLIVEIRA, F.F de; SILVA, M.F. da; RODRIGUES, L.F. da C. **Promoção de crescimento de mudas de café (*Coffea arabica*) inoculadas com *Azospirillum brasiliense* Estirpe Cd**.

PIMENTEL et al. Desenvolvimento e nutrição de mudas de cafeeiro inoculadas com bactérias promotoras de crescimento

Seropédica, Embrapa CNPAB, 2005. 6p. (Circular Técnica, 11).

RODRIGUES, L.A. **Crescimento e composição mineral na parte aérea e nas raízes de duas variedades de café em resposta à calagem na subsuperfície do solo**. Viçosa, 1997. 89p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa.

ROSA, S.D.V.F. da; MELO, L.Q. de; VEIGA, A.D.; OLIVEIRA, S. de; SOUZA, C.A.S. de; AGUIAR, V. de A. Formação de mudas de *Coffea arabica* L. cv Rubi utilizando sementes e frutos em diferentes estádios de desenvolvimento. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional de Café & Saúde, 3., 2003, Porto Seguro, **Anais**. Brasília, DF: Embrapa Café, 2003. (447p.), p.298.

ROSÁRIO, M.B. do. Brasil amplia participação no mercado mundial. **Coffee Business**, 2006. Disponível em: <<http://www.coffeebusiness.com.br/indexmaio0305.htm>>.

Acesso em: 01 dez. 2006.

SAKIYAMA, C.C.H. **Colonização de *Coffea arabica* L. por bactérias endofíticas promotoras de crescimento**. Viçosa, 2001. 72p. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa.

SAKIYAMA, C.C.H.; PITTA FILHO, O.P.L.; PEREIRA, P.C.; MEDINA, P.X.L.; CAMPOS, M.R.C.; SILVA, D.O. Promoção de crescimento de *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex Froenher por bactérias endofíticas. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional de Café & Saúde, 3., 2003, Porto Seguro, **Anais**. Brasília, DF: Embrapa Café, 2003. (447p.), p.20-209

SILVA, E. M. da; CARVALHO, G. R.; ROMANIELLO, M. M. **Mudas de cafeeiro: tecnologias da produção**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 56p. (Boletim Técnico, 60).

SILVA, J. I.; VIEIRA, H.D.; ANDRADE, W.E.B.; BARROSO, D.G.; VIANA, A.P. Efeito de diferentes substratos e recipientes na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea canephora*). In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional de Café & Saúde, 3., 2003, Porto Seguro, **Anais**. Brasília: Embrapa Café, 2003. (447p.), p.288-289.

SOMERS, E.; VANDERLEYDEN, J. Rhizosphere bacterial signalling: a love parade beneath our feet. **Critical Reviews in Microbiology**, v.30 (4), p.205-240, 2004.

TEIXEIRA, T.D. Política Estratégica para a Cafeicultura Brasileira. p.169-194. In: ENCARNAÇÃO, R. DE O.; AFONSO JÚNIOR, P.C.; RUFINO, J.L. dos S. **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Brasília: Embrapa Café, 2002. 374p.

VALLONE, H.S.; GUIMARÃES, R.J.; FERREIRA, R.S.; DIAS, F.P.; OLIVEIRA, S.; CARVALHO, J.A. Produção de mudas de cafeeiro utilizando substratos alternativos contendo polímero hidroretentor em tubetes de 120 ml. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional de Café & Saúde, 3., 2003, Porto Seguro, **Anais**. Brasília: Embrapa Café, 2003. (447p.), p.308-309.