

**Contribuição de bactérias diazotróficas  
na cultura da bananeira: perspectivas de  
utilização na produção integrada**



**República Federativa do Brasil**

*Luis Inácio Lula da Silva*

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

*Roberto Rodrigues*

Ministro

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa**

**Conselho de Administração**

*José Amauri Dimázio*

Presidente

*Clayton Campanhola*

Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*

*Hélio Tollini*

*Ernesto Paterniani*

*Luis Fernando Rigato Vasconcellos*

Membros

**Diretoria Executiva da Embrapa**

*Clayton Campanhola*

Diretor-Presidente

*Gustavo Kauark Chianca*

*Herbert Cavalcante de Lima*

*Mariza Marilena T. Luz Barbosa*

Diretores-Executivos

**Embrapa Meio Ambiente**

*Paulo Choji Kitamura*

Chefe Geral

*Geraldo Stachetti Rodrigues*

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Maria Cristina Martins Cruz*

Chefe-Adjunto de Administração

*Ariovaldo Luchiari Junior*

Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios



ISSN 1516-4675

Novembro, 2003

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

## ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 16***

**Contribuição de bactérias  
diazotróficas na cultura da  
bananeira: perspectivas de  
utilização na produção  
integrada**

**Olmar Baller Weber  
Francisco das Chagas Oliveira Freire**

Jaguariúna, SP  
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Meio Ambiente**

Rodovia SP 340 - Km 127,5 - Tanquinho Velho  
Caixa Postal 69, Cep 13820-000 - Jaguariúna, SP - Brazil  
Fone:(+55) 19 3867-8750 Fax:(+55) 19 3867-8740  
sac@cnpma.embrapa.br www.cnpma.embrapa.br

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Geraldo Stachetti Rodrigues  
Secretária-Executiva: Maria Amélia de Toledo Leme  
Secretário: Sandro Freitas Nunes  
Membros: Cláudio César de Almeida Buschinelli, Helósa Ferreira Filizola, José Maria Guzman Ferraz, Manoel Dornelas de Souza, Marcelo Augusto Boechat Morandi e Maria Lúcia Saito

Normalização bibliográfica: Maria Amélia de Toledo Leme  
Tratamento de imagem: Silvana Cristina Teixeira  
Editoração eletrônica: Silvana Cristina Teixeira

**1ª edição**

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610)

---

Weber, Olmar Baller.

Contribuição de bactérias diazotróficas na cultura da bananeira: perspectivas de utilização na produção integrada / Olmar Baller Weber, Francisco das Chagas Oliveira Freire. -- Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003.

29p. -- (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 16).

ISSN 1516-4675

1. Banana - Cultura. 2. Bactérias diazotróficas. 3. Frutas - Produção integrada. I. Freire, Francisco das Chagas Oliveira. II. Título. III. Série.

---

CDD 631.847

## Sumário

Resumo .....	4
Abstract .....	7
1. Introdução .....	8
1.1. Considerações sobre a cultura da bananeira .....	8
1.2. Bactérias diazotróficas em bananeira .....	9
1.3. Objetivos .....	10
2. Material e Métodos .....	11
2.1. Levantamento de ocorrência de bactérias diazotróficas na cultura da bananeira no Estado do Ceará .....	11
2.2. Seleção de bactérias diazotróficas endofíticas em associação com mudas da cultivar Grande Naine .....	11
2.3. Contribuição de bactéria diazotrófica endofítica na produção das cultivares Grande Naine, Ambrosia, Buccaner e Calypso .....	12
2.4. Contribuição de bactéria diazotrófica endofítica na supressão da fusariose na cultivar Maçã. ....	14
3. Resultados e Discussão .....	15
3.1. Levantamento de ocorrência de bactérias diazotróficas na cultura da bananeira no Estado do Ceará .....	15
3.2. Seleção de bactérias diazotróficas endofíticas em associação com mudas da cultivar Grande Naine .....	16
3.3. Contribuição de bactéria diazotrófica endofítica na produção das cultivares Grande Naine, Ambrosia, Buccaner e Calypso .....	18
3.4. Contribuição de bactéria diazotrófica endofítica na supressão da fusariose na cultivar Maçã. ....	22
4. Conclusões .....	25
5. Agradecimentos .....	25
6. Referências bibliográficas .....	25

# Contribuição de bactérias diazotróficas na cultura da bananeira: perspectivas de utilização na produção integrada

*Olmar Baller Weber*<sup>1</sup>

*Francisco das Chagas Oliveira Freire*<sup>2</sup>

## Resumo

Esta pesquisa objetivou avaliar a ocorrência de bactérias diazotróficas na cultura da bananeira no Estado do Ceará (Brasil), selecionar bactérias diazotróficas endofíticas em associação com mudas da cultivar Grande Naine, avaliar produção de bananas nas cultivares Grande Naine (subgrupo Cavendish), Ambrosia, Buccaner e Calypso (subgrupo Gros Michel) em resposta à inoculação de bactéria selecionada em mudas e verificar o potencial de bactéria diazotrófica na proteção de plantas da cultivar Maçã contra o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, causador da fusariose na bananeira. As bananeiras das cultivares Pacovan e Prata (subgrupo Prata) e Couruda (subgrupo Figo) plantadas no Ceará estavam associadas de bactérias diazotróficas relacionadas aos gêneros *Burkholderia* e *Herbaspirillum*. Em experimento com mudas micropropagadas da cultivar Grande Naine constatou-se que bactérias endofíticas do tipo *Burkholderia* variam em eficiência na promoção do crescimento das plantas. A inoculação do isolado de bactéria relacionada a *B. cepacia* AB202 em mudas resultou no aumento de produtividade das cultivares dos subgrupos Cavendish (2.900kg ha<sup>-1</sup>) e Gros Michel (1.400kg ha<sup>-1</sup>). Na cultivar Maçã, a tecnologia permitiu reduzir a incidência de fusariose em 7,4% (113 plantas por ha). Estes resultados confirmam a influência de bactérias diazotróficas na cultura da bananeira, sugerindo a

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Rod. SP 340, Km 127,5, Caixa Postal 69, CEP13820-000, Jaguariúna, SP. E-mail: weber@cnpma.embrapa.br

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Planalto Pici, CEP 60511-110, Fortaleza, Ceará. E-mail: freire@cnpat.embrapa.br

possibilidade do uso desta tecnologia por viveiristas e produtores de banana em busca da produção integrada de frutas.

**Termos de Indexação:** Biotecnologia, *Musa* spp., bactérias diazotróficas, *Fusarium oxysporum*, produção integrada de frutas.

# Contribuição de bactérias diazotróficas na cultura da bananeira: perspectivas de utilização na produção integrada

---

## Abstract

The present study aimed at evaluating the occurrence and possible benefits of diazotrophic bacteria association with banana plants in Ceará State (Brazil). Additionally, the research aimed at (i) selecting diazotrophic endophytic bacteria associated with plantlets of Grand Naine cultivar, (ii) evaluating the yield in Grand Naine (Cavendish subgroup), Ambrosia, Buccaner and Calypso (Gros Michel subgroup) cultivars after plantlet bacterization with selected diazotrophic bacteria, and (iii) determining the potential of diazotrophic bacteria to protect Maçã cultivar against *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* fungus, causing agent of the Panama disease. Banana trees of Pacovan and Prata (Prata subgroup), and Couruda (Figo subgroup) cultivars cropped in Ceará were associated with diazotrophic bacteria belonging to the *Herbaspirillum* and *Burkholderia* genera. An experiment with plantlets of Grand Naine cultivar showed that the diazotrophic endophytes vary in efficiency for promoting plant growth. The inoculation of plantlets with *B. cepacia*-related bacteria (isolate AB202) improved the yield in Cavendish (2900kg of fruit per ha) and Gros Michel (1400kg of fruit per ha) subgroups. When applied to the Maçã cultivar the inoculation reduced fusariosis incidence in 7.4% (113 plants per ha). These results confirm the favorable influence of diazotrophic bacteria inoculation on banana production, indicating the adoption of this technology by nursery growers and banana producers, so contributing towards an integrated production system.

**Index terms:** Biotechnology, *Musa* spp., diazotrophic bacteria, *Fusarium oxysporum*, integrated fruit production.

## 1. Introdução

### 1.1. Considerações sobre a cultura da bananeira

A cultura da bananeira esta amplamente disseminada na região tropical, sendo explorada em mais de uma centena de países. O Brasil, em 2001, estava entre os maiores produtores da fruta (5,7 milhões de toneladas), sendo ultrapassado somente pela Índia (16 milhões de toneladas) e pelo Equador (7,5 milhões de toneladas). Porém, o país destaca-se em termos de área colhida, cerca de 520 mil ha (Agrianual, 2002), contra 490 mil ha da Índia e 228 mil ha do Equador (FAO, 2002). As principais regiões produtoras são: Sudeste (2, 21 milhões de toneladas), Nordeste (1,86 milhões de toneladas) e o Norte (1,41 milhões de toneladas). Por sua vez, a maior área de cultivo encontra-se no Nordeste, cerca de 169 mil ha (Agrianual, 2002). Estes dados permitem sugerir que a produtividade da cultura em nível nacional é muito baixa. Além disto, a baixa qualidade dos frutos resulta em baixa competitividade do setor produtivo no mercado de bananas. Vale ressaltar que a produção nacional é quase toda destinada ao consumo interno.

Mas, existem recursos naturais e tecnologias que permitem a exploração racional e econômica da cultura da bananeira nas diferentes regiões do país. Com a inovação tecnológica e melhorias no sistema de produção podem ser obtidos ganhos expressivos com a cultura. Borges et al. (1997) relataram uma produtividade de 40 t/ha para cultivares do subgrupo Prata, e até superior a 70t ha<sup>-1</sup> para cultivares do subgrupo Cavendish. Considerando que as cultivares do primeiro subgrupo representam mais de 70% dos bananais brasileiros e que outros subgrupos são mais produtivos, poderia estimar-se um potencial de crescimento até superior a 350% em relação a produção atual de bananas.

A inovação começa pela escolha de uma boa muda, que é a base da bananicultura. Como as bananeiras se propagam vegetativamente através de brotações que surgem no rizoma é comum observar-se a retirada dos mesmos para implantar novas áreas de produção. No entanto, este procedimento representa alto risco na proliferação de doenças e pragas.

A produção de mudas através da cultura de tecidos tem sido recomendada para fruteiras em geral (Giacometti, 1990), principalmente para bananeira (Silva &

Batista, 1996; Oliveira & Silva, 1997; Souza et al., 1997) por permitir a obtenção de grande número de mudas no curto espaço de tempo. Durante esse processo de propagação em meio artificial procura-se eliminar todos os agentes microbianos associados aos propágulos. Contudo, vale ressaltar que isto não representa uma garantia de que as mudas permanecerão isentas de fitopatógenos, no viveiro e no campo.

A alternativa envolvendo a aplicação de agentes microbianos para prevenção e controle de doenças e pragas na agricultura tem sido destacada (Souza, 2001). Em mudas micropropagadas de bananeira poderiam ser aplicadas bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares, no sentido de reduzir o uso de agrotóxicos e convergir para um sistema de produção integrada de frutas. A produção integrada, de acordo com Silva et al. (2001), consiste em obter uma produção econômica de alta qualidade, com prioridade a métodos ecologicamente mais seguros, minimizando aplicações de agroquímicos e os seus efeitos secundários negativos, para promover a proteção do ambiente e a saúde humana.

## 1.2. Bactérias diazotróficas em bananeira

A descoberta da fixação biológica do nitrogênio remonta do século XIX, quando pesquisadores (Hillriegel & Wilfart, 1888), citados por Freire (1992), comprovaram que o processo de fixação do  $N_2$  ocorria em nódulos de plantas. Na época, outros pesquisadores também relataram que microrganismos do solo eram responsáveis pela captação do nitrogênio do ar (Berthelot, 1888), citado por Kennedy & Islam (2001). Sabe-se que leguminosas, gramíneas e várias outras plantas lenhosas estabelecem associação com bactérias capazes de reduzir a molécula do nitrogênio atmosférico ( $N_2$ ) para a amônia ( $NH_3$ ). Este grupo de bactérias é conhecido como fixadoras de nitrogênio ou diazotróficas.

Por sua vez, o conhecimento da associação de fruteiras com bactérias diazotróficas é recente. Na década de 80s do século XX, pesquisadores da Índia (Rao, 1983; Ghai & Thomas, 1989) isolaram bactérias do gênero *Azospirillum* da rizosfera de bananeiras e outras fruteiras tropicais. Posteriormente, pesquisa-

dores brasileiros (Weber, 1998; Weber et al., 1999b; Weber et al., 2001a), do grupo de J. Döbereiner, identificaram várias bactérias diazotróficas endofíticas pertencentes aos gêneros *Azospirillum*, *Herbaspirillum* e *Burkholderia* em bananeiras e abacaxizeiros.

A contribuição de bactérias diazotróficas na cultura da banana ainda é pouco conhecida. Weber (1998) constatou que isolados de bactérias pertencentes aos gêneros *Herbaspirillum* e *Burkholderia*, provenientes da própria cultura, proporcionavam melhor crescimento das mudas micropropagadas das cultivares Butuhan, Caipira e Prata Anã. Em outras culturas, como leguminosas (Freire, 1992), cana-de-açúcar (Urquiaga et al., 1992), arroz (Boddey et al., 1995) e outras gramíneas, conforme revisaram Baldani et al. (1999) e Kennedy & Islam (2001), tem-se evidências da fixação biológica de N<sub>2</sub>.

Considerando que mudas das bananeiras respondem à inoculação com bactérias diazotróficas (Weber, 1998; Weber et al., 2000), pode-se supor que tal associação também afete a produção das frutas.

### 1.3. Objetivos

Esta pesquisa objetivou avaliar a ocorrência de bactérias diazotróficas na cultura da bananeira no Estado do Ceará, selecionar bactérias diazotróficas endofíticas em associação com mudas da cultivar Grande Naine, avaliar produção de bananas nas cultivares Grande Naine, Ambrosia, Buccaner e Calypso em resposta à inoculação de bactéria selecionada em mudas e verificar o potencial de bactéria diazotrófica na proteção de plantas da cultivar Maçã contra o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, que causa a fusariose na bananeira.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Levantamento de ocorrência de bactérias diazotróficas na cultura da bananeira no Estado do Ceará

Amostras de raízes e partes aéreas de bananeiras foram coletadas, durante o ano de 1999, em microregiões serranas do Estado do Ceará e avaliadas pela colonização de bactérias diazotróficas, seguindo-se Döbereiner et al. (1995). Na amostragem foram escolhidas bananeiras ao acaso em áreas de bananais que não recebiam fertilizantes minerais.

A partir da detecção nos meios semi-sólidos JNFb e JMV ou LGI, bactérias diazotróficas foram purificadas. Os isolados obtidos foram avaliados pela habilidade em utilizar diferentes fontes de carbono em meios semi-sólidos, seguindo Weber et al. (1999b). Com base nas características de crescimento foram estabelecidos grupos de isolados.

### 2.2. Seleção de bactérias diazotróficas endofíticas em associação com mudas da cultivar Grande Naine

Experimento com mudas micropropagadas de bananeiras da cultivar Grande Naine, submetidas à inoculação com isolados de bactérias relacionadas a *Burkholderia cepacia*, foi conduzido em vasos na casa de vegetação da Embrapa Agroindústria Tropical, no período de maio a setembro de 2000.

No experimento foram utilizados cinco tratamentos: 1) BA126 (bactéria isolada de bananeiras cv. D'Água), por Weber (1998); 2) AB202 (bactéria isolada da parte aérea do abacaxizeiro cv. Cayenne Champac), por Weber et al. (2003); 3) BA241 (isolado do pseudocaule da cultivar Prata); 4) BA249 (isolado do pseudocaule da cultivar Couruda), e 5) controle sem bactéria. O delineamento foi inteiramente ao acaso, com cinco repetições para cada tratamento.

Os inóculos foram obtidos pelo crescimento dos isolados de bactérias em meio líquido Dygs por uma noite, sob agitação constante, a 125 rpm e na temperatura

de 30°C. Alíquotas de 1mL das suspensões do meio, contendo aproximadamente  $10^8$  células viáveis, foram aplicados sobre as raízes das mudas, logo após a transferência destas para os vasos. Os vasos continham 3L da mistura de areia e vermiculita (proporção 2:1, v/v).

Durante a condução do experimento, o substrato foi umedecido com nebulizadores instalados no interior da casa de vegetação. Esse sistema era ativado 3 a 4 vezes, durante intervalos de 15 min cada, nos dias ensolarados. Ademais, mensalmente as plantas receberam 50mL da solução nutritiva de Hoagland, sem N, conforme Weber et al. (1999a).

Decorridos quatro meses e meio do transplante nos vasos, as plantas foram colhidas. Amostras de raízes finas (diâmetro < 1,5mm) foram esterilizadas superficialmente em solução com cloramina-T a 1 %, lavadas em água e em tampão fosfato (50mM) e avaliadas pela colonização de bactérias diazotróficas, seguindo Döbereiner et al. (1995). Ademais, determinou-se o peso das raízes secas e das partes aéreas secas das plantas.

### **2.3. Contribuição de bactéria diazotrófica na produção das cultivares Grande Naine, Ambrosia, Buccaner e Calypso**

Experimentos com bananeiras das cultivares Grande Naine (experimento 1), Ambrosia, Buccaner e Calypso (experimento 2), submetidas à inoculação e não com o isolado AB202, durante a fase de mudas no viveiro, foram conduzidos em áreas irrigadas de produção no período de setembro de 2000 a setembro de 2001. O primeiro experimento foi instalado em área do campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, no Município de Pacajús, e o segundo experimento, em área de produtor do Município de Quixeré (CE). A composição química do solo dos bananais dos experimentos 1 (área 1) e 2 (área 2) pode ser observada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição química do solo de áreas experimentais com bananeiras das cultivares Grande Naine, em Pacajús (área 1), Ambrosia, Buccaner e Calypso (área 2) e Maçã, em Quixeré (área 3), no Estado do Ceará <sup>1</sup>.

Área	pH em CaCl <sub>2</sub>	MO mg/dm <sup>3</sup>	Teor disponível					CTC	V %
			P	K	Na	Mg	Ca		
			mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>						
1	4,7	15,1	13,8	1,6	0,3	9,4	11,4	24,1	93,8
2	6,6	30,8	10,2	5,8	1,1	18,0	78,0	117,9	87,3
3	6,4	24,3	5,8	6,2	0,8	17,0	71,0	111,1	85,6

<sup>1</sup> Análises feitas em setembro de 2000 no Laboratório de Solos e Água da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza.

Em ambos os experimentos foram utilizadas mudas micropropagadas, as quais receberam inóculos (ausência e presença do AB202) durante a fase de aclimação no viveiro. A inoculação constou da aplicação de 1 mL de suspensão de meio com 10<sup>8</sup> células bacterianas sobre as raízes das mudas, por ocasião da transferência destas para tubetes com 288cm<sup>3</sup> de areia e vermiculita (2:1), em casa de vegetação. Após 30 dias, essas mudas foram transferidas para sacolas de plástico no viveiro com sombrite. Nos vasos contendo 1,5L da mistura de areia, solo argila e húmus de minhoca (proporção 6:4:6, v/v), acrescido de osmocote (3 a 4g L<sup>-1</sup>) e fosfato monoamônico (4g L<sup>-1</sup>), as plantas permaneceram por cerca de mais trinta dias, para aclimação final.

**Experimento 1** – utilizando o esquema de parcelas subdivididas, os tratamentos principais foram duas doses de uréia (210 e 350kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N) e as subparcelas duas condições para mudas (ausência e presença do AB202). Os tratamentos das subparcelas tiveram quatro repetições com 12 plantas (6 úteis) cada.

Por ocasião da preparação da área experimental, aplicou-se sobre a área 1,2t ha<sup>-1</sup> de (PRNT = 95%) e, em covas, 33t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino. O espaçamento adotado foi de 2 x 2 x 4m e as covas tinham dimensões de 0,4 x 0,4 x 0,4m.

Após um mês do preparo das covas, plantaram-se as mudas, acompanhadas do substrato das sacolas, e aplicaram-se o superfosfato triplo (90Kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e o sulfato de zinco (5kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de Zn). Posteriormente, aplicou-se em cobertura e de forma fracionada (cinco aplicações ao ano), juntamente com a uréia, o cloreto de potássio (470kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). A irrigação das bananeiras foi por microaspersão, fornecendo-se em média de 20 a 30L de água para cada planta, nos dias ensolarados.

Aos cinco meses e meio do plantio no campo, mediu-se a circunferência do pseudocaule a 30cm da base e a altura das plantas. Após nove meses quantificou-se as plantas que tinham lançado os cachos. A colheita foi realizada no período de dez a doze meses, determinando-se o peso médio dos frutos, das pencas e do cacho e calculando-se a produtividade da cultura.

**Experimento 2** – utilizando o delineamento de blocos ao acaso, no arranjo fatorial de 3 x 2, os tratamentos foram três cultivares de bananeira do subgrupo Gros Michel (Ambrosia, Buccaner e Calypso) e as duas condições para mudas (ausência e presença do AB202), com três repetições de 20 plantas (10 úteis) cada. Ressalte-se que estes genótipos foram obtidos na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA.

Na adubação de fundação da área experimental aplicaram-se em sulcos 30 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino, 538kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamônico (48kg/ha de N + 258kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 300kg ha<sup>-1</sup> de FTE Br12 (27,6kg ha<sup>-1</sup> de Zn; 6,6kg ha<sup>-1</sup> de B; 2,44kg ha<sup>-1</sup> de Cu; 11,1kg ha<sup>-1</sup> de Fe e 0,3kg ha<sup>-1</sup> de Mo).

Com o plantio das mudas no espaçamento de 2 X 2,5 x 4 m, procedeu-se a fertirrigação. A uréia (143kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N) e o cloreto de potássio (434kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) foram fornecidos com aplicações mensais, até o lançamento dos cachos (aos 7 meses) e, posteriormente, com aplicações semanais.

Aos sete meses e meio do plantio, mediu-se a circunferência do pseudocaule a 30cm da base e a altura das plantas. Na colheita determinou-se o peso dos frutos, das pencas e dos cachos e calculou-se a produtividade das bananeiras.

## 2.4. Contribuição de bactéria diazotrófica na supressão da fusariose na cultivar Maçã

Mudas de bananeiras da cultivar Maçã, submetidas à inoculação e não com o AB202, foram plantadas em área de produtor no Município de Quixeré (CE), em setembro de 2000. A análise química do solo (área 3) pode ser observada na Tabela 1.

As mudas com ausência e presença do inóculo bacteriano foram plantadas em duas áreas (A e B) adjacentes, em lote (3 ha) destinado ao plantio de bananeiras da mesma cultivar. Foram utilizadas três repetições com 20 plantas (16 úteis) cada.

O preparo das mudas e a condução do bananal da cultivar Maçã foi semelhante ao descrito no experimento anterior com as cultivares do subgrupo Gros Michel.

Aos sete meses e meio do plantio em campo, foram medidas a altura e o diâmetro do pseudocaule a 30cm da base e quantificadas as plantas com cacho e as que apresentavam sintomas da fusariose.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Levantamento de ocorrência de bactérias diazotróficas na cultura da bananeira no Estado do Ceará

Bactérias diazotróficas foram detectadas em todas as amostras de raízes e de pseudocaulos de bananeiras coletadas nas diferentes localidades de microregiões serranas do Estado do Ceará (Tabela 2). As populações de bactérias variaram de  $10^2$  a  $10^6$  células  $g^{-1}$  de massa fresca, porém sendo ligeiramente superiores nas raízes das plantas. Populações semelhantes foram observadas por Weber (1998), em amostras de raízes e pseudocaulos de bananeiras provenientes do Rio de Janeiro e da Bahia. Isto é uma demonstração de que as bananeiras suportam em condições naturais tais populações de bactérias diazotróficas endofíticas e que o sítio preferencial de colonização são as raízes das plantas.

Tabela 2. Número mais provável (NMP) de bactérias diazotróficas na cultura da bananeira em nove municípios de microregiões serranas do Estado do Ceará.

Municípios <sup>1</sup>	Bananeira		NMP $g^{-1}$ matéria fresca
	Cultivar	Amostra	
IP, SB, TI, UBA, PAL	Pacovan	Raiz	$10^3$ a $10^6$
		Pseudocaule	$10^2$ a $10^5$
PA, PAL, URU, GUA	Prata	Raiz	$10^4$ a $10^5$
		Pseudocaule	$10^2$ a $10^3$
HI	Couruda	Raiz	$10^5$ a $10^6$
		Pseudocaule	$10^2$ a $10^5$

<sup>1</sup>Ipú (IP), São Benedito (SB), Tianguá (TI), Ubajara (UBA), Palmácia (PAL), Pacoti (PA), Uruburetama (URU), Guaramiranga (GUA) e Hidrolândia (HI).

A partir do crescimento, em forma de películas sub-superficiais nos meios semi-sólidos JNFb, JMV ou LGI, bactérias foram purificadas. Os isolados obtidos foram capazes de utilizar diferentes fontes de carbono, sob condição de fixação de  $N_2$  em meios semi-sólidos (Tabela 3), permitindo distinguir grupos de *Burkholderia*. Esses dois gêneros já tinham sido identificados na bananeira (Weber, 1999, Weber et al., 2001a; Cruz et al., 2001).

**Tabela 3.** Crescimento de bactérias diazotróficas isoladas de bananeira com diferentes fontes de carbono em meios semi-sólidos.

Bactérias diazotróficas			Origem (Cultivar) <sup>2</sup>	Meios de cultura <sup>3</sup>					
Grupo	Gênero	Isolados (n°)		1	2	3	4	5	6
A	<i>Herbaspirillum</i>	4	PV, PR	-	-	+	+	+++ <sup>4</sup>	++
-	<i>Herbaspirillum</i> <sup>1</sup>	1	CA	-	-	+	++	+++	++
B	<i>Burkholderia</i>	19	PV, PR, CO	v	+++	+++	+++	v	v
-	<i>Burkholderia</i> <sup>1</sup>	1	DA	+	+++	+++	+++	-	-

<sup>1</sup>Isolados de *Herbaspirillum* sp. BA12 e *Burkholderia* sp. BA126 obtidos por Weber (1998).

<sup>2</sup>Prata (PR), Pacovan (PV), Couruda (CO), Caipira (CA) e D'Água (DA).

<sup>3</sup>Meios semi-sólidos com sais de JNFb e as fontes de carbono: 1) D-rafinose, 2) D-sacarose, 3) D-frutose, 4) D-glicose, 5) Meso-eritritol +  $NH_4$  e 6) L-tartarato.

<sup>4</sup>Crescimento bom (+ + +), médio (+ +) e ruim (+), nenhum (-) e variado (v) de isolados de bactérias, após cinco dias de incubação a 30°C; todos os isolados de bactérias cresceram nos meios semi-sólidos contendo D- succinato, D, L-malato, manitol e sorbitol.

O maior número de isolados do tipo *Burkholderia* (Tabela 3) dá indicação de que essas bactérias estão frequentemente associadas com as bananeiras. Com base nessa maior frequência de ocorrência, e de acordo com os resultados obtidos por Weber (1998), inoculou-se apenas as bactérias do tipo *Burkholderia* em mudas micropropagadas.

### 3.2. Seleção de bactérias diazotróficas endofíticas em associação com mudas da cultivar Grande Naine

A colonização das mudas da cultivar Grande Naine pelas bactérias diazotróficas foi confirmada, aos quatro meses e meio de cultivo nos vasos com areia e vermiculita (Tabela 4). As maiores populações de bactérias foram detectadas nas raízes ( $5,62 \times 10^4$ ), em plantas que receberam o isolado de bactéria relacionada

a *B. cepacia* (BA126), e nos rizomas ( $2,14 \times 10^4$ ) de plantas que receberam o isolado AB202, em relação às colonizações de raízes ( $1,2 \times 10^3$ ) e rizomas ( $0,3 \times 10^3$ ) das plantas controles. A presença de bactérias diazotróficas nas plantas controles pode ser devida a proximidade dos tratamentos, sendo também observada por Weber et al. (2000).

A produção de biomassa seca das mudas da cultivar Grande Naine variou em função dos inóculos com bactérias diazotróficas (Tabela 4). A presença do isolado de bactéria relacionado a *B. cepacia* AB202 incrementou o peso seco em 31,4%, quando comparado às plantas controles. A coloração das folhas dessas mudas pode ser observada na Figura 1. Por sua vez, a presença do isolado BA126 proporcionou um incremento menor na massa seca (16,8%), enquanto outros isolados (BA241 e BA249) foram desfavoráveis ao crescimento das plantas. Isto é uma demonstração de que os isolados de bactérias do tipo *Burkholderia* variam em eficiência na promoção do crescimento das bananeiras.

**Tabela 4.** Número mais provável (NMP) de bactérias diazotróficas nas raízes e nos rizomas e a produção de massa seca de mudas micropropagadas da bananeira cv. Grande Naine, submetidas à inoculação de isolados de bactérias do tipo *Burkholderia*, aos quatro meses e meio de cultivo em vasos com areia e vermiculita (2:1, v/v), na casa de vegetação da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, Ceará. <sup>1</sup>

Tratamento	NMP(x 10 <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )		Massa seca (g planta <sup>-1</sup> )			Total	Incremento <sup>3</sup> (%)
	Raiz fina	Rizoma	Raiz fina	Raiz grossa	Parte aérea		
Controle	1,2b	0,3b	1,61a <sup>2</sup>	1,53a	6,50ab	9,64a	-
BA126	56,2a	4,7ab	2,09a	2,13a	7,03ab	11,26a	16,8
AB202	12,0ab	21,4a	1,84a	2,51a	8,32a	12,67a	31,4
BA241	13,8ab	4,3ab	1,68a	2,20a	5,04b	8,93a	-7,4
BA249	7,6ab	2,6ab	1,83a	1,88a	5,77ab	9,48a	-1,6
CV (%)	12,0	19,0	19,6	12,3	14,6	13,9	-

<sup>1</sup>Bactérias isoladas de bananeiras das cultivares D'Água (BA126), Prata (BA241) e Couruda (BA249) e de abacaxizeiros da cultivar Cayenne Champac (AB202).

<sup>2</sup>Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade; valores de NMP foram transformados em log x e representam três repetições; os dados de massa seca foram transformados em x<sup>1/2</sup> e representam médias de seis plantas.

<sup>3</sup>Incremento da massa seca total em relação às plantas controles (sem inoculação).



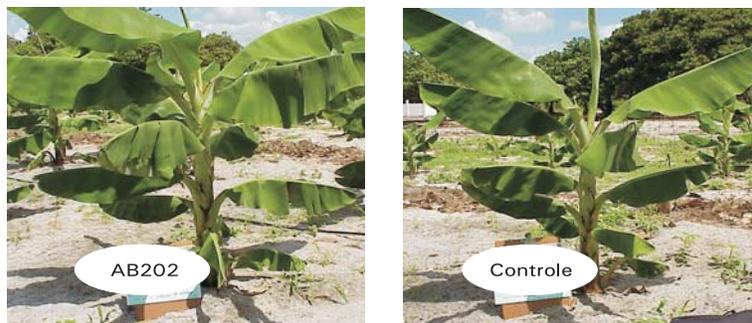
**Fig. 1.** Vigor de mudas micropropagadas da bananeira cv. Grande Naine submetidas à inoculação e não com isolado de bactéria relacionada a *Burkholderia cepacia* AB202, aos quatro meses e meio de cultivo em vasos com areia e vermiculita (2:1, v/v) na casa de vegetação da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, Ceará.

Weber (1998) cultivando mudas em vasos durante quatro meses obteve incrementos de até 15,8% na massa seca de mudas da cultivar Butuhan e até 31,2% na cultivar Prata Anã, quando da inoculação com o isolado de bactérias do tipo *Herbaspirillum* (BA10) e aumento de 24,6% na massa seca da cultivar Caipira, após sua inoculação com bactéria nominada de *Burkholderia brasilensis* AB123. O isolado BA126, utilizado na presente pesquisa, forma grupo homogêneo com o isolado BA123 (Weber et al., 1999b).

A seleção de bactérias diazotróficas representa uma possibilidade para obter-se maiores incrementos no crescimento de determinada cultivar. Por outro lado, a combinação de isolados de bactérias poderia facilitar a aplicação de bactérias diazotróficas em mais cultivares. Weber et al. (2000) observaram melhor desempenho de mudas da cultivar Caipira em resposta à aplicação de inóculo misto formado por bactérias do tipo *Herbaspirillum* e do tipo *Burkholderia*.

### **3.3. Contribuição de bactéria diazotrófica na produção das cultivares Grande Naine, Ambrosia, Buccaner e Calypso**

As bananeiras da cultivar Grande Naine (experimento 1) apresentaram bom vigor, aos 85 cinco dias do plantio no campo (Fig. 2), independente dos tratamentos. Entretanto, as plantas que receberam o inóculo com o AB202, anteciparam o lançamento de cachos (Tabela 5).



**Fig. 2.** Vigor de bananeiras cv. Grande Naine submetidas à inoculação com isolado de bactéria diazotrófica relacionada a *Burholderia cepacia* AB202 e sem inoculação (controle), aos 85 dias de cultivo no Campo Experimental de Pacajús da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajús, Ceará.

**Tabela 5.** Desempenho da bananeira cv. Grande Naine submetida à inoculação com bactéria relacionada a *Burkholderia cepacia* (AB202) e à adubação nitrogenada em área irrigada do Campo Experimental de Pacajús da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajús, Ceará.

Tratamento	N (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )		Média
	210	350	
Altura das plantas (m), aos 5,5 meses			
Controle	1,35	1,30	1,32A
<i>Burkholderia</i> sp.	1,38	1,44	1,41A
Média	1,36a	1,37a	
CV = 7,0 %			
Circunferência do pseudocaule a 30cm da base (m), aos 5,5 meses			
Controle	0,45	0,42	0,44A
<i>Burkholderia</i> sp.	0,44	0,47	0,45A
Média	0,44a	0,44a	
CV = 8,4 %			
Plantas com cacho (%), aos 9 meses			
Controle	75,0	67,0	71,0B
<i>Burkholderia</i> sp.	83,0	92,0	88,0A
Média	79,0a	79,0a	
CV = 5,8 %			
Peso médio dos frutos (g), aos 9-12 meses			
Controle	162,6	157,1	159,8A
<i>Burkholderia</i> sp.	163,3	169,6	166,4A
Média	163,0a	163,3a	
CV = 6,5 %			
Peso médio dos cachos (kg), sem engaço, aos 9-12 meses			
Controle	19,21	17,42	18,31A
<i>Burkholderia</i> sp.	19,63	20,50	20,06A
Média	19,42a	18,96a	
CV = 13,4 %			
Produtividade (kg/ha), aos 9-12 meses			
Controle	32,0	29,0	30,5A
<i>Burkholderia</i> sp.	32,7	34,2	33,4A
Média	32,3a	31,6a	
CV = 13,0 %			
Incremento da produtividade (%) <sup>3</sup>			
Controle	-	-	-
<i>Burkholderia</i> sp.	2,2	17,9	9,5

<sup>2</sup>Medias seguidas da mesma letra, minúscula entre as parcelas na linha e maiúscula entre as subparcelas na coluna, não diferem entre si no teste de Tukey a 5 % de probabilidade, para cada característica; número de plantas com cacho foram transformados em x<sup>2</sup>; valores das características representam médios de quatro repetições.

<sup>3</sup>Incremento em relação as plantas controles (sem inoculação) para cada dose de nitrogênio aplicada.

A aplicação da maior dose de N ( $350\text{kg ha}^{-1}\text{ ano}^{-1}$ ) não resultou em aumento de produção, quando comparada ao tratamento de menor dose de N ( $210\text{ kg/ha/ano}$ ) no Argissolo, em Pacajús (Tabela 5). A presença da bactéria também não aumentou de forma significativa a produção de plantas. Mas, convém ressaltar que houve pequeno aumento na produção das plantas que receberam o AB202 (9,5%), sendo este aumento equivalente a  $2.900\text{kg ha}^{-1}$  de bananas, em relação ao tratamento controle (sem inoculo bacteriano). Na presença da bactéria a produtividade foi de  $33,4\text{t ha}^{-1}$  de bananas, representando um aumento de 56,8% em relação a um tratamento adicional com a cultivar Maçã ( $21,3\text{t ha}^{-1}$ ), e aumento de 158,9%, em relação a produtividade média nacional para a cultura, estimada em  $12,9\text{t ha}^{-1}\text{ ano}^{-1}$  (Agrianual, 2002).

Considerando o preço médio praticado no mercado local, na época da colheita (junho a setembro de 2001) da cultivar Grande Naine (R\$0,20 por kg da fruta), admite-se que houve um pequeno ganho (R\$580,00  $\text{ha}^{-1}$ ) com o uso desta tecnologia. Porém, aqui não foram incluídos gastos com a inoculação da bactéria nas mudas micropropagadas, mas que devem ser baixo. Esta é a contribuição da bactéria diazotrófica na produção de bananas da cultivar Grande Naine.

Em outro experimento, instalado no Município de Quixeré, microregião do Baixo Jaguaribe (CE), observou-se igualmente bom desempenho de bananeiras das cultivares do subgrupo Gros Michel (Tabela 5), independente dos tratamentos. Houve aumento significativo no diâmetro do pseudocaule das cultivares Ambrosia e Calypso, quando comparadas à cultivar Buccaner.

Neste experimento também não foi constatado aumento significativo na produção de bananas, quando da inoculação do AB202 em mudas. Porém, ressalte-se que a aplicação da bactéria levou ao aumento de 4% na produção, atingindo-se em média  $36,1\text{t ha}^{-1}$  no primeiro ciclo de produção de bananas. O aumento significou um ganho de  $1.400\text{kg ha}^{-1}$  da fruta em relação às plantas controles.

Considerando o preço de venda praticado no mercado local (Quixeré, CE) na época da colheita (julho a outubro de 2001) para a banana do tipo Gros Michel (R\$0,20 por kg), observa-se que esse pequeno aumento na produção resultou num ganho equivalente de R\$280,00  $\text{ha}^{-1}$ , com o uso da tecnologia de inoculação de bactéria diazotrófica nas mudas.

Projetando-se os ganhos com essas bananeiras do tipo Gros Michel (Tabela 5) e da cultivar Grande Naine (Tabela 4) na área cultivada no país, cerca de 520 mil ha (Agriannual, 2002), verificam-se contribuições até expressivas, o que não deveria ser desprezado em termos de economia.

### 3.4. Contribuição de bactérias na supressão da fusariose na cultivar Maçã

Em testes de antagonismo, utilizando os meios sólidos B de King modificado (Weber et al. 1999a) e batata (Döbereiner et al., 1995), observou-se que alguns isolados de bactérias de bananeiras (Tabela 6) e de outras fruteiras tropicais (Weber et al., 2001b) foram capazes de inibir o crescimento do fungo *F. oxysporum* f. sp. *ubense*. Estes resultados foram considerados promissores, dando a idéia de controlar a fusariose na bananeira. Estirpes de *B. cepacia* foram capazes de induzir resistência em plantas de milho (Herbar et al., 1992) e outras culturas (Benhamou et al., 1998; Bevivino et al., 1998; Kang et al., 1998; Sfalanga et al., 1999), contra fungos de solo.

Visando a supressão da doença na cultivar Maçã, procedeu-se a inoculação do isolado de bactéria relacionada a *B. cepacia* AB202, antagonica ao patógeno (Figura 3), em mudas micropropagadas. Aos sete meses do plantio no campo, as bananeiras apresentavam bom vigor: tinham em média 2,7 m de altura, 0,7 m de circunferência do pseudocaula a 30cm da base 17 folhas verdes e já tinham lançado cachos de banana. Entretanto, o vigor dessas plantas não impediu o aparecimento da murcha das folhas e pontuações pardo-avermelhadas no rizoma e rachaduras longitudinais dos pseudocaulas, característicos da fusariose. A doença afetou 7,3 % das plantas que receberam inóculo com o AB202 e 14,7 % das plantas controles (Figura 4). Isto teve significado prático, pois 113 plantas por ha deixaram de ser afetadas pela doença, durante os sete meses e meio de cultivo.

Em outras bananeiras do mesmo lote, verificou-se sintomas da fusariose em 10,6% das plantas, aos 8 meses de cultivo. Considerando a produção média das bananeiras do lote (11,89 kg cacho<sup>-1</sup>), o preço local de venda da banana Maçã (R\$0,90 por kg da fruta) (informação pessoal de J.A.G Costa, fazenda Fruta Cor, Quixeré), o espaçamento adotado no experimento (2 x 2,5 x 4 m) e a redução média de incidência da fusariose no experimento (113 plantas ha<sup>-1</sup>), verifica-se que a tecnologia de inoculação de bactéria diazotrófica em mudas resultou no incremento de 1,34 t ha<sup>-1</sup> de bananas e ganho de R\$1.206,00 ha<sup>-1</sup>.

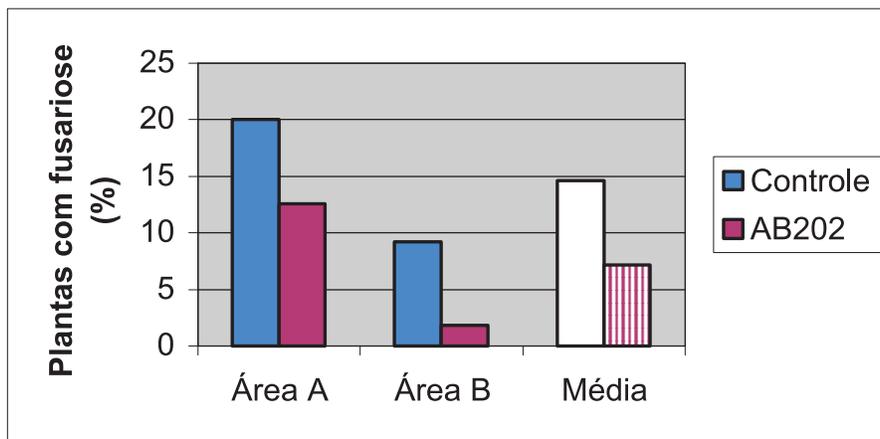


Fig. 4. Bananeiras da cultivar Maçã com fusariose causada pelo fungo *F. oxysporum* f. sp. *ubense*, quando submetidas à inoculação e não com isolado de bactéria relacionada a *Burkholderia cepacia* AB202, aos sete meses e meio de cultivo em área irrigada no Município de Quixeré, Ceará.

**TABELA 6.** Desempenho de bananeiras das cultivares do subgrupo Gros Michel submetidas à inoculação com bactéria relacionada a *Burkholderia cepacia* (AB202) em área irrigada no Município de Quixeré, Ceará.

Tratamento				Média
	Ambrosia	Buccaner	Calypso	
<b>Altura das plantas (m), aos 7,5 meses</b>				
Controle	2,07	2,19	2,10	2,12A
<i>Burkholderia</i> sp.	2,08	2,07	2,18	2,11A
Média	2,07a	2,13a	2,14a	
CV = 3,0 %				
<b>Circunferência do pseudocaule a 30cm da base (m), aos 7,5 meses</b>				
Controle	0,58	0,57	0,59	0,58A
<i>Burkholderia</i> sp.	0,58	0,56	0,59	0,58A
Média	0,58a	0,57b	0,59a	
CV = 2,9 %				
<b>Peso médio dos frutos (g), aos 8 – 11 meses</b>				
Controle	173,3	172,4	186,8	177,5A
<i>Burkholderia</i> sp.	179,2	176,7	178,6	178,2A
Média	176,2a	174,6a	182,7a	
CV = 5,1 %				
<b>Peso médio das pencas (kg), aos 8 – 11 meses</b>				
Controle	2,77	2,64	2,91	2,77A
<i>Burkholderia</i> sp.	2,81	2,78	2,99	2,86A
Média	2,79a	2,71a	2,95a	
CV = 8,7 %				
<b>Peso médio dos cachos (kg) sem engaço, aos 8 – 11 meses</b>				
Controle	22,47	21,80	23,40	22,56A
<i>Burkholderia</i> sp.	23,57	23,00	23,93	23,50A
Média	23,02a	22,40a	23,67a	
CV = 4,8 %				
<b>Produtividade (kg/ha), aos 8 – 11 meses</b>				
Controle	34,6	33,5	36,0	34,7A
<i>Burkholderia</i> sp.	36,2	35,4	36,8	36,1A
Média	35,4a	34,5a	36,4a	
CV = 4,9 %				
<b>Incremento da produtividade (%)</b>				
Controle	-	-	-	-
<i>Burkholderia</i> sp.	4,6	5,7	2,2	4,0

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e, letra maiúscula na coluna, para cada característica, não diferem entre si no teste de Tukey a 5 % de probabilidade; valores das características representam médias de três repetições.

<sup>2</sup>Incremento em relação às plantas controles (sem inoculação) para cada cultivar.

Os resultados obtidos na cultivar Maçã permitem sugerir que bactéria diazotrófica relacionada a *B. cepacia* atua na supressão da fusariose, doença esta que representa um dos mais sérios problemas na produção de bananas (Jeger et al., 1996) e causa prejuízos maiores à cultivar Maçã (Cordeiro, 1997).

Mas, vale ressaltar que a técnica de inoculação de bactéria diazotrófica e promotora de crescimento e antagonista a fungos em mudas micropropagadas não resolve todo o problema da fusariose. Ela representa uma possibilidade para viveiristas e produtores de banana em busca da produção integrada de frutas.

#### **4. Conclusões**

1. As bananeiras das cultivares Prata, Pacovan e Couruda estabelecem associação com bactérias diazotróficas.
2. Mudas da cultivar Grande Naine beneficiam-se da associação com bactérias relacionadas a *Burkholderia cepacia*.
3. A produção das cultivares Grande Naine, Ambrosia, Buccaner e Calypso pode ser aumentada a partir da inoculação do AB202 em mudas micropropagadas.
4. O isolado de bactéria relacionada a *B. cepacia* AB202 tem potencial para reduzir a incidência da fusariose na cultivar Maçã.

#### **5. Agradecimentos**

Os autores agradecem aos pesquisadores da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas (BA), pelo fornecimento de meristemas apicais das cultivares Ambrosia, Buccaner e Calypso; aos técnicos do Laboratório de Cultura de Tecidos e do Campo Experimental de Pacajús, da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza (CE), e aos técnicos da Fazenda FrutaCor, em Quixeré (CE), pelo auxílio na condução dos trabalhos em campo.

#### **6. Referências Bibliográficas**

AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP- Consultoria & Comércio, 2002. 536 p.

BALDANI, J. I.; AZEVEDO, M. S. de; REIS, V. M.; TEIXEIRA, K. R. dos S.; OLIVARES, F. L.; GOI, S. R.; BALDANI, V. L. D.; DOBEREINER, J. Fixação biológica de nitrogênio em gramíneas: avanços e aplicações. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa: SBCS; Lavras: UFLA/DCS, 1999. p. 621-666.

BENHAMOU, N.; KLOPPER, J. W.; TUZUM, S. Induction of resistance against *Fusarium* wilt of tomato by combination of chitosan with an endophytic bacterial strain: ultrastructure and cytochemistry of the host response. **Planta**, Dordrecht, v. 204, p. 153-168, 1998.

BEVIVINO, A.; SARROCCO, S.; DALMASTRI, C.; TABACCHIONI, S.; CANTALE, C.; CHIARINI, L. Characterization of a free-living maize-rhizosphere population of *Burkholderia cepacia*: effect of seed treatment on disease suppression and growth promotion of maize. **FEMS Microbiology Ecology**, Haren, v. 27, p. 225-237, 1998.

BODDEY, R. M.; OLIVEIRA, O. C. de; URQUIAGA, S.; REIS, V. M.; OLIVARES, F. L.; BALDANI, V. L. D.; DOBEREINER, J. Biological nitrogen fixation associated with sugar cane and rice: contributions and prospects for improvement. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 174, p. 195-209, 1995.

BORGES, A. L.; ALVES, E. J.; SILVA, S. de O.; SOUZA, L. da S.; MATOS, A. P. de; FRANCELLI, M.; OLIVEIRA, A. M. G.; CORDEIRO, Z. J. M.; SILVEIRA, J. R. S.; COSTA, D. da C.; MEDINA, V. M.; OLIVEIRA, S. L. de; SOUZA, J. da S.; OLIVEIRA, R. P. de; CARDOSO, C. E. L.; MATSUURA, F. C. A. U.; ALMEIDA, C. O. de. **O cultivo da banana**. Cruz das Almas: Embrapa CNPMF, 1997. 109 p. (Embrapa CNPMF. Circular Técnica, 27).

CORDEIRO, Z. J. M. Doenças. In: ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CNPMF, 1997. p. 353-407.

CRUZ, L. M.; SOUZA, E. M. de; WEBER, O. B.; BALDANI, J. I.; DOBEREINER, J.; PEDROSA, F. O. 16S ribossomal DNA characterization of nitrogen-fixing bacteria isolated from banana (*Musa spp.*) and pineapple (*Ananas comosus* (L)

Merrill). **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 67, n. 5, p. 2375-2379, 2001.

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

FAO. **FAOSTAT agricultural data**. Disponível em: <<http://apps1.fao.org/servlet/XteServlet.jrun?Areas=Areas=21&Items=1801&Items=%3E1738&Elements=31&31&Elements=51&Years=2001&Format=Table&Xaxis=Years&Yaxis=Countries&Aggregate=&Calculate=&Domain=SUA&ItemTypes=Production.Crops.Primary&Language=Language=&UserName=>> Acesso em: 18 nov. 2002.

FREIRE, J. R. J. Fixação do nitrogênio pela simbiose rizóbio/leguminosas. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Ed.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 121-155.

GHAJ, S. K.; THOMAS, G. V. Occurrence of *Azospirillum* spp. in coconut-based farming systems. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 114, p. 235-241, 1989.

GIACOMETTI, D. C. Impacto atual da cultura de tecidos de plantas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. (Ed.). **Técnicas e aplicações de cultura de tecidos de plantas**. Brasília: Associação Brasileira de Cultura de Tecidos de Plantas / Embrapa-CNPB, 1990. p. 19-25.

HERBAR, K. P.; DAVEY, A. G.; MERRIN, J.; McLOUGHLIN, T. J.; DART, P. J. *Pseudomonas cepacia*, a potential suppressor of maize soil borne disease-seed inoculation and maize root colonization. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 24, p. 999-1007, 1992.

JEGER, M. J.; WALLER, J. M.; JOHANSON, A.; GOWEN, R. S. Monitoring in pest management. **Crop Protection**, Guildford, v. 15, p. 391-397, 1996.

KANG, Y.; CARLSON, R.; THARPE, W.; SCHELL, M. A. Characterization of genes involved in biosynthesis of a novel antibiotic from *Burkholderia cepacia* BC11 and their role in biological control of *Rhizoctonia solani*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 64, p. 3939-3947, 1998.

KENNEDY, I. R.; ISLAM, N. The current and potential contribution of  
assymbiotic nitrogen fixation to nitrogen requirements on farms: a review.  
**Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 41, p. 447-457,  
2001.

OLIVEIRA, R. P. de; SILVA, S. de O. Avaliação de micropropagação comercial  
em bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 415-420,  
1997.

RAO, N. S. S. Nitrogen-fixing bacteria associated with plantation and orchard  
plants. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 29, p. 863-866, 1983.

SFALANGA, A.; DI CELLO, F.; MUGNAI, L.; TEGLI, S.; FANI, R.; SURICO, G.  
Isolation and characterization of a new antagonistic *Burkholderia* strain from  
rhizosphere of healthy tomato plants. **Research in Microbiology**, Paris, v. 150, p.  
45-59, 1999.

SILVA, C. R. de R.; BATISTA, L. A. Métodos de produção de mudas de bana-  
neira (*Musa* spp.) em viveiro, a partir de matrizes obtidas por cultura de  
meristemas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, p. 385-  
391, 1996.

SILVA, A. de S.; PESSOA, M. C. P. Y.; FERRACINI, V. L.; CHAIM, A.; SILVA,  
C. M. M. de S.; HERMES, L. C. Produção integrada de frutas – o que é?  
**Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, p. 5-14, 2001.

SOUZA, M. L. de. Utilização de microrganismos na agricultura. **Biotecnologia  
Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, n. 21, p. 28-31, 2001.

SOUZA, A. da S.; DANTAS, J. L. L.; SOUZA, F. V. D.; COREDIERO, Z. J. M.;  
SILVA NETO, S. P. da. Propagação. In: ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da  
banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa-  
SPI / Embrapa-CNPMPF, 1997. p.151-195.

URQUIAGA, S.; CRUZ, K. H. S.; BODDEY, R. M. Contribution of nitrogen  
fixation to sugar cane: nitrogen-15 and nitrogen balance estimates. **Soil Science  
Society of America Journal**, Madison, v. 56, p. 105-114, 1992.

WEBER, O. B. **Ocorrência e caracterização de bactérias diazotróficas em bananeiras (*Musa spp.*) e abacaxizeiros (*Ananas comosus* (L) Merrill) e seus efeitos no crescimento de mudas micropropagadas.** 1998. 192 p. Tese (Doutorado) - UFRRJ, Seropédica, RJ, 1998.

WEBER, O. B.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D.; DOBEREINER, J. **Bactérias diazotróficas em abacaxizeiros e bananeiras: técnicas de inoculação e monitoramento.** Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1999a. (Embrapa-CNPAT. Documentos, 35).

WEBER, O. B.; BALDANI, V. L. D.; TEIXEIRA, K. R. S.; KIRCHHOF, G.; BALDANI, J. I.; DOBEREINER, J. Isolation and characterization of diazotrophic bacteria from banana and pineapple plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 210, p. 103-113, 1999b.

WEBER, O. B.; BALDANI, J. I.; DOBEREINER, J. Bactérias diazotróficas em mudas de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 2277-2285, 2000.

WEBER, O. B.; CRUZ, L. M.; BALDANI, J. I.; DOBEREINER, J. *Herbaspirillum*-like bacteria in banana plants. **Brazilian Journal of Microbiology**, Rio de Janeiro, v. 32, p. 201-205, 2001a.

WEBER, O. B.; MARECO, C. C.; SÁ, E. G.; OLIVEIRA, E. M.; HEREDIA, F. F.; FREIRE, F. C. O. Antagonismo de bactérias diazotróficas endofíticas isoladas de fruteiras tropicais contra *Fusarium oxysporum* em meio de cultura. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOTECNOLOGIA, 1., 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBBiotec, 2001b.

WEBER, O. B.; CORREIA, D.; ROCHA, M. W.; ALVEZ, G. C.; OLIVEIRA, E. M. de; SÁ, E. G. Resposta de plantas micropropagadas de abacaxizeiro à inoculação de bactérias diazotróficas em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 2003. (Submetido)