

## TRATAMENTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DE SEMENTES PARA CONTROLE DA MELA DO FEIJÃO-CAUPI

Daniel A. Schurt<sup>1</sup>, Sherllinton S. de S. Seabra<sup>2</sup>,  
Aldelônio A. da Silva<sup>3</sup>, Stéfanny A. Martins<sup>4</sup> e Flávio H. V. Medeiros<sup>4</sup>

### RESUMO:

Diversas são as doenças associadas à cultura do feijão-caupi, destacando-se entre elas, a mela ocasionada pelo fungo *Rhizoctonia solani*, a qual pode propiciar grandes perdas na produção. Objetivou-se avaliar diferentes produtos no tratamento de sementes para o controle da mela do feijão-caupi. As avaliações foram feitas em casa-de-vegetação na sede da Embrapa Roraima. Foram avaliados sete tratamentos, sendo eles: *Bacillus subtilis* (UFLA 285), UFLA 285 + fungicida (Maxin<sup>®</sup>), *B. subtilis* (ALB 629), ALB 629 + fungicida, Initiate Soy<sup>®</sup>, Initiate Soy<sup>®</sup> + fungicida. Como testemunha utilizou-se água destilada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições. A variedade de feijão-caupi utilizada foi BRS-Guariba. As sementes foram tratadas, com os tratamentos descritos acima, 2 horas antes do semeio. A semeadura foi feita em solo disposto em vasos de 2 L, nas quantidades de 4 plantas por vaso, ao qual fez-se desbaste deixando somente 2 plantas. Vinte dias depois da germinação foi feita a inoculação nas folhas utilizando hifas do fungo *R. solani* na concentração de  $5 \times 10^5$  fragmentos de micélio por mililitro de calda. As plantas ficaram em câmara úmida por 24h, sendo posteriormente colocadas em casa-de-vegetação. Foram feitas as avaliações de período de incubação, severidade e desfolha. Os melhores resultados foram obtidos pelos tratamentos contendo a bactéria *B. subtilis* mais fungicida com destaque para o isolado UFLA 285, o qual apresentou melhor desempenho no período de incubação, severidade e desfolha, com redução em 52%, 44% e 71% em relação à testemunha, respectivamente. A utilização do isolado UFLA 285 + fungicida apresentou resultados satisfatórios no tratamento de sementes para o controle da mela, apresentando uma alternativa de controle.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Bacillus subtilis*, doenças, *Rhizoctonia solani*

## CHEMICAL AND BIOLOGICAL TREATMENTS OF SEEDS FOR CONTROL OF WEB-BLIGHT DISEASE OF COWPEA

### ABSTRACT:

There are several diseases associated with the cowpea culture, among them the web-blight caused by the fungus *Rhizoctonia solani*, which can cause great losses in production. The objective was to evaluate different products in the treatment of seeds, for the control of web-blight in the cowpea. The evaluations were conducted in a greenhouse at Embrapa Roraima. Seven treatments were evaluated: *Bacillus subtilis* (UFLA 285), UFLA 285 + fungicide (Maxin<sup>®</sup>), *B. subtilis* (ALB 629), ALB 629 + fungicide, Initiate Soy<sup>®</sup> and Initiate Soy<sup>®</sup> + fungicide. Distilled water was used as a control. The experimental design was completely randomized, with five replicates. The variety of cowpea used was BRS-Guariba. The seeds were treated with the treatments described above, 2 hours before sowing. Seeding was done in soil, arranged in 2 L pots, in the amounts of 4 plants per pot. Twenty days after germination, inoculation was performed on the leaves, using fungal *R. solani* hyphae in the concentration of  $5 \times 10^5 \text{ml}^{-1}$  mycelium fragments. The plants were kept in a humid chamber for 24h. The plants were then placed in a greenhouse. The incubation, severity and defoliation period evaluations were performed. The best results were obtained through treatments containing the *B. subtilis* bacterium, with emphasis on the UFLA 285 isolate plus fungicide, which presented better performance in the incubation, severity and defoliation period, with a 52%, 44% and 71% reduction rate in relation to control. The use of bacteria with fungicide showed satisfactory results in the control of web-blight, capable of being a good control strategy.

**KEYWORDS:** *Bacillus subtilis*, diseases, *Rhizoctonia solani*

1 - Engenheiro Agrônomo, Dsc., Pesquisador Fitopatologista da Embrapa Roraima - BR174 km 08 Distrito Industrial - Caixa Postal: 133, CEP: 69301-970 - Boa Vista (RR), Brasil. daniel.schurt@embrapa.br

2 - Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Roraima - UFRR, Avenida Capitão Ene Garcez, 2413, CEP: 69310-000, Boa Vista (RR), Brasil. sherlliton\_sander@hotmail.com

3 - Estudante de Agronomia, Faculdade Roraimense de Ensino Superior - FARES, R. Pres. Juscelino Kubitschek, 248 - São Pedro, CEP: 69306-685 Boa Vista - (RR), Brasil. soloacido@gmail.com

4 - Engenheiros Agrônomos, MSc. e DSc. Doutoranda em Fitopatologia e Professor do curso de Agronomia, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001 - Kennedy, CEP: 37200-000 Lavras - (MG), Brasil. sta.martins@hotmail.com e flaviomedeiros@dfp.ufla.br

## INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], conhecido como feijão de corda, apresenta uma ampla variedade genética. Além disso, tem em seus grãos uma alta qualidade nutricional e é explorado nas regiões norte, nordeste e centro-oeste (Freire Filho et al., 2005). O sistema de cultivo na região norte apresenta um baixo aporte tecnológico porque utiliza sementes de má qualidade e a falta de controle de pragas e doenças, os quais contribuem para uma baixa produtividade (Filgueiras et al., 2009).

Diversas são as doenças que acometem a cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), sendo que uma das principais é a mela ou murcha-da-teia-micélica, causada pelo fungo *Rhizoctonia solani* Kühn [teleomorfo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk] (Nechet e Halfeld-Vieira, 2011).

Segundo Nechet e Halfeld-Vieira (2011), o quadro sintomatológico da mela se inicia nas folhas mais próximas ao solo, onde se observam manchas de formato irregular que coalescem causando necrose e posterior desfolha das plantas. Em condições de campo, observa-se desfolha de até 72% em linhagens de feijão-caupi no cerrado no estado de Roraima (Nechet e Halfeld-Vieira, 2007).

As perdas causadas por esta doença dependem, entre outros fatores, das condições climáticas, do estágio de desenvolvimento da planta, da cultivar, do espaçamento e do potencial de inóculo (Sartorato et al., 2006). Em condições favoráveis, a produção pode ser reduzida em até 100% em apenas três dias (Costa et al., 2012). O controle químico tem sido utilizado como forma de proteger a parte aérea das plantas do inóculo aéreo (basidiósporos), como também para reduzir a taxa de progresso da doença via redução de crescimento das lesões. Contudo, associado a este tipo de controle, há uma série de problemas, que vão desde os ecológicos até aos diretamente relacionados a saúde dos seres humanos.

O controle biológico tem sido cada vez mais empregado no controle de doenças, que por sua vez tem sido alcançado por diversas estratégias diretas e indiretas. As estratégias indiretas incluem o uso de suplementação de matéria orgânica. Já no que concernem as diretas, envolvem a introdução de antagonistas ao solo, à semente, aos órgãos de propagação vegetativa, ou à parte aérea (Melo, 2009).

Desta maneira, diversos grupos de microrganismos têm sido selecionados como potenciais agentes de controle bio-

lógico, incluindo fungos, bactérias e actinomicetos. Melo (2009), diz que há uma carência enorme quanto a estudos ecológicos desses microrganismos em condições naturais, e cita como exemplos de utilização de antagonistas microbianos para biocontrole a *Agrobacterium radiobacter*, para o controle da galha causada por *Agrobacterium tumefaciens*, *Bacillus subtilis* para controle de tombamento de plântulas e *Pseudomonas fluorescens*, para controle de *Gaeumannomyces graminis var. tritici*, *Pythium* spp. e *Rhizoctonia solani*.

As rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (PGPR), de acordo com Pelzer et al. (2011), são conhecidas por estimularem o crescimento vegetal, fato que tornam as PGPR ferramentas em potencial para serem empregadas no controle biológico de fitopatógenos, no aproveitamento mais eficiente de fertilizantes e como rizoremediadoras, e na degradação de compostos nocivos às plantas. Dentre as espécies mais bem estudadas de rizobactérias, pode-se citar *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Azospirillum brasilense*, *Serratia marcescens*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Arthrobacter*, *Enterobacter* *Azotobacter* (Melo, 2009). O potencial uso das bactérias PGRPR na agricultura é decorrente do incremento do crescimento da planta, especialmente sob condições limitantes (Nabti et al., 2010).

Trabalho de Halfeld-Vieira et al. (2006) utilizando bactéria *Bacillus cereus* induziu resistência em plantas de tomate, diminuindo a severidade da doença pinta bacteriana. Martins (2013), em trabalhos realizados na UFLA, observou resultados de relevância ao se utilizar rizobactérias (*B. subtilis*) no controle da murcha-de-curtobacterium no feijoeiro comum.

Em trabalho realizado com *Pseudomonas* spp. para o controle de *R. solani* no feijão-comum, Antunes-Júnior et al. (2010), demonstrou-se que todos os isolados aumentaram significativamente a massa fresca. Em outro exemplo, um trabalho realizado com rizobactérias para controle da mela do feijoeiro comum realizado *in vitro* e em casa de vegetação demonstrou que os isolados de rizobactérias reduziram a severidade da mela de 67% (testemunha) para 9, 11 e 13% dependendo do isolado.

Considerando o potencial destrutivo desta doença (mela) na cultura do feijão-caupi e a inexistência de fungicidas recomendados para cultura, objetivou-se nesse trabalho, avaliar a eficiência de diferentes produtos no tratamento de sementes para o controle da mela, no feijão-caupi.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), localizada na BR 174, km 08 na região do distrito industrial de Boa Vista no estado de Roraima, com latitude 2°45'26"N e longitude 60°42'40"W. Segundo a classificação de Köppen, o clima caracteriza-se como sendo tropical úmido do tipo "A", do subtipo Aw: com duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa (abril-setembro) e outra seca (outubro-março). Nos planaltos mais elevados a temperatura nas chuvas, varia de 15° e 20°C. Nas partes mais baixas a temperatura chega a 36°C.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação equipada com sistemas de arrefecimento, umidificação e irrigação/aspersão automatizados, sendo o período de molhamento adotado a cada três horas, utilizando uma lamina d'água de 6 mm dia, com a temperatura na faixa de 26 a 31°C.

Os isolados selecionados para o controle da *R. solani* foram: *Bacillus subtilis* ALB629 (Mars Center for Cocoa Science, Itajuípe, BA) endofítico de caule do cacau e o *Bacillus subtilis* UFLA 285 (Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG - Ricardo M. Souza). Contudo, as bactérias utilizadas no experimento, na forma de pó (suspensão liofilizada), foram todos oriundos da UFLA-MG.

O cultivo das bactérias foi realizado na UFLA. Para tal, em meio líquido de MCF (Extrato de levedura 13,8g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 2,5g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> anidro 1g, NaCl 2,5g, Sacarose 6,5g, MgSO<sub>4</sub> 0,25g e MnSO<sub>4</sub> 0,1g L<sup>-1</sup> de água) foi adicionado o inóculo da bactéria e mantido em shaker por 12 horas (28° C), em seguida foram transferidos 100µL da suspensão para outro Erlenmeyer contendo meio líquido de MCF e agitado no shaker por 48 horas (28° C). Foram adicionados à solução bacteriana 1% de polivinilpirrolidona (PVPP), 3% de dextrina, homogeneizando-se a mistura com auxílio de um agitador. Em seguida, a suspensão foi desidratada em Spray Dry (Martins, 2013).

O delineamento experimental empregado foi em inteiramente casualizado com cinco repetições e sete tratamentos, sendo eles: T<sub>1</sub>: ALB 629, T<sub>2</sub>: ALB 629 + fungicida, T<sub>3</sub>: UFLA 285, T<sub>4</sub>: UFLA 285 + fungicida, T<sub>5</sub>: Initiate Soy®, T<sub>6</sub>: Initiate Soy® + fungicida, T<sub>7</sub>: testemunha. Já no que concerne aos produtos e quantidades (proporções) empregadas foram: fungicida Maxin XL® (Fludioxonil+Metalaxil) 1 ml.Kg<sup>-1</sup> de semente, enraizador Initiate Soy® 2 ml.kg<sup>-1</sup> de

semente, goma xantana 2 ml.kg<sup>-1</sup> (fixação dos tratamentos). A testemunha foi utilizada água destilada. O inoculante para feijão-caupi utilizado foi a bactéria *Bradyrhizobium* (SEMIA 3262). As bactérias (UFLA 285 e ALB 629) que foram empregadas na forma de pó em quantidade de 10g kg<sup>-1</sup> de sementes. Foram utilizados em todos os tratamentos a goma xantana e inoculante.

A semeadura foi realizada em vasos com capacidade de 2L de solo, sendo que o substrato empregado continha areia, solo, esterco e a adubação base conforme a recomendação da cultura. As sementes foram pesadas, colocadas em dentro de sacos plásticos e os tratamentos foram incorporados às sementes 2 horas antes do semeio. Estes sacos foram agitados para melhor uniformização dos tratamentos nas sementes. Posteriormente, estas foram semeadas na quantidade de quatro sementes por vaso a uma profundidade de 2 cm. Após dez dias, contados a partir da semeadura, foi realizado o desbaste, deixando apenas 2 plantas por vaso. Após, realizou-se tutoramento das plantas com auxílio de uma estaca de madeira, de modo a propiciar um maior crescimento vertical. A cultivar de feijão-caupi utilizada no experimento foi a BRS-Guariba.

O isolado 141 do fungo *Rhizoctonia solani* foi obtido no laboratório de fitopatologia da Embrapa Roraima, o qual foi posto para crescimento em placas de Petri contendo meio BDA (batata-dextrose-ágar) durante um período de quatro dias. Em seguida foram retirados discos de micélio de 0,4 cm de diâmetro, sendo estes colocados em erlenmeyers contendo meio líquido de BD (batata-dextrose). Os erlenmeyers foram postos em agitador automático por um período de dez dias e coado para separação da parte líquida, sendo ela descartada e a massa micelial posta em liquidificador com água destilada para produção da calda de inoculação. Utilizou-se para facilitar a dispersão dos fragmentos de micélio uma solução de 0,05% do detergente Tween-20 (polioxietileno monolaurático). Contabilizada a concentração, obteve-se um total de 6,6 x 10<sup>5</sup> fragmentos por mililitro de calda. A inoculação foi feita utilizando-se um compressor com uma pistola embutida. Posteriormente, as plantas foram postas em câmara úmida durante 48 horas, onde foi empregado um saco de polietileno transparente por planta, o qual foi molhado internamente, posto de "boca" para baixo e amarrado na base da planta de modo a propiciar um ambiente mais adequado para o crescimento e desenvolvimento do fungo. A inoculação foi realizada 20 dias após a semeadura, momento este em que as plantas apresentavam 5 trifólios (Nechet e Halfeld-Vieira, 2011).

Os experimentos foram realizados entre os meses de junho e julho de 2014 e 2015, período onde apresenta as maiores umidades relativas do ar no local onde foi desenvolvido os experimentos.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: período de incubação (P.I.) calculado em dias, severidade (%) e desfolha (%). A primeira consistiu em avaliar o período de incubação da doença, ou seja, o tempo que a doença levou para se manifestar, sendo que para isto, logo após a inoculação, foram feitas avaliações diárias, de modo a verificar o momento do surgimento da doença em cada tratamento.

Logo após o surgimento do primeiro sintoma, iniciou-se a avaliação da severidade, a qual foi realizada na quantidade de 9 avaliações com intervalos entre cada uma de 2 dias. Para tal, utilizou-se uma escala diagramática ilustrada para avaliação de severidade de mela, contida no manual de quantificação de doenças de plantas de Azevedo (1997). Esta escala possui percentuais de: 0%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 60%, 80% e 100%, sendo que com base nas ilustrações e nestes valores, foi atribuído para cada planta, em cada avaliação, um percentual de infestação pela doença.

Para o parâmetro desfolha, logo após a inoculação foi amarrada na ponta do último trifólio desenvolvido um barbante, sendo posteriormente contabilizadas todas as folhas localizadas abaixo deste ponto, em cada repetição de cada tratamento. Ao final do experimento foram contadas as folhas remanescentes e por subtração obteve-se a desfolha na planta em virtude da doença. O experimento foi repetido duas vezes, utilizando a média destes dois experimentos.

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância (ANAVA) e posteriormente ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, com exceção dos valores obtidos para severidade, os quais primeiramente foram utilizados para obtenção das áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), para em seguida serem submetidas à análise estatística. O programa estatístico empregado para a realização das análises foi o SISVAR versão 5.1 (Build 72) Copyright 1999-2007 (Ferreira 2011). Para o cálculo das AACPD's, foi utilizada a fórmula proposta por Campbell e Madden (1990):

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left[ \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} X (T_{i+1} - T_i) \right] \quad (1)$$

Em que:

$Y_i$ : severidade da doença na época de avaliação  $i$  ( $i=1, \dots, n$ ).

$Y_{i+1}$ : severidade da doença na época de avaliação  $i + 1$ .

$T_i$ : época da avaliação  $i$ , que geralmente se considera o número de dias após a emergência das plantas.

$n$ : número de observações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de incubação (Tabela 1) para o feijão-caupi revelou que a doença levou maior tempo para se manifestar no tratamento contendo a bactéria UFLA 285 + fungicida, propiciando este, um incremento da ordem de 52,9% no tempo de surgimento da doença nas plantas, quando comparados com a testemunha. O tratamento UFLA 285 + fungicida não diferiu-se dos tratamentos Initiate Soy<sup>®</sup>, UFLA 285 e ALB 629. Sendo que os tratamentos UFLA 285, ALB 629 e Initiate Soy<sup>®</sup>, apresentaram um incremento médio no período de incubação de 39,8%, sendo isto também em relação ao tratamento controle. Os tratamentos, testemunha, ALB 629 + Fungicida e o Initiate Soy<sup>®</sup> + Fungicida apresentaram os menores períodos de incubação, mostrando que a doença pareceu mais rapidamente nestes tratamentos. O período de incubação é o tempo compreendido entre a deposição do patógeno sobre o hospedeiro e o aparecimento do sintoma (Amorim e Bergamim Filho, 2006). O produto o Initiate Soy<sup>®</sup> não é registrado para controle de doenças, mas seu uso sozinho tem efeitos similares às bactérias promotoras de crescimento.

Para o feijão-caupi (Tabela 2), em termos de severidade, com base na AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença), o tratamento com a bactéria UFLA 285, proporcionou uma redução na severidade da doença, algo em torno de 44,6% quando se comparado com a testemunha. Mas este resultado não diferiu significativamente dos tratamentos UFLA 285 + Fungicida, Initiate Soy<sup>®</sup>, ALB 629 e ALB 629 + Fungicida. Já o tratamento Initiate Soy<sup>®</sup> + Fungicida mostrou-se semelhante estatisticamente em relação a testemunha. Estes resultados mostram que tratamentos com bactérias foram eficientes em reduzir a severidade da mela do feijão-caupi e que o fungicida em conjunto com Initiate Soy<sup>®</sup> não apresentaram um bom resultado. Uma das possibilidades deste resultado seria a incompatibilidade química entre os dois produtos.

**Tabela 1.** Valores médias do período de incubação (P.I) em dias para os diferentes tratamentos de sementes de feijão-caupi, variedade BRS – Guariba. As plantas, quando apresentavam cinco trifólios, foram inoculadas com *R. solani* em casa de vegetação nos anos de 2014 e 2015.

TRATAMENTOS	P.I (Dias)
Testemunha	3,2 c
UFLA 285	5,2 ab
UFLA 285 + Fungicida	6,8 a
ALB 629	5,2 ab
ALB 629 + Fungicida	4,8 bc
Initiate Soy®	5,4 ab
Initiate Soy® + Fungicida	4,4 bc

Médias seguidas de letras iguais, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. ALB 629 (isolado endofítico de caule de cacau de *B. subtilis*). UFLA 285 (isolado de *B. subtilis* proveniente Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG). Initiate Soy® (Enraizador comercial).

**Tabela 2.** Valores médias Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para cada tratamento de sementes, de feijão-caupi, variedade BRS – Guariba. As plantas, quando apresentavam cinco trifólios, foram inoculadas com *R. solani* em casa de vegetação nos anos de 2014 e 2015.

TRATAMENTOS	AACPD
Testemunha	549 c
UFLA 285	303 a
UFLA 285 + Fungicida	321 ab
ALB 629	337 ab
ALB 629 + Fungicida	386 ab
Initiate Soy®	345 ab
Initiate Soy® + Fungicida	433 bc

Médias seguidas de letras iguais, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ALB 629 (isolado endofítico de caule de cacau de *B. subtilis*). UFLA 285 (isolado de *B. subtilis* proveniente Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG). Initiate Soy® (Enraizador comercial).

Em trabalhos também realizados com feijão, Antunes-Júnior et al. (2010), utilizando rizobactérias verificou uma redução na severidade de mela de 67% (tratamento controle) até 9%, o que representa uma redução de 58%. Estudos de Kondoh et al. (2001), usando um isolado de *Bacillus subtilis* mais o fungicida Flutolanil, encontraram um efeito sinérgico para controle da *R. solani* no tomateiro.

Segundo Leelasuphakul (2008), o antagonismo direto exercido contra fitopatógenos tem o envolvimento dos conhecidos mecanismos de antibiose, como a síntese de substâncias antimicrobianas, a competição por espaço, nutrientes e a síntese de compostos voláteis.

Para Martins (2013), o fungicida associado com a bactéria apresentou os melhores valores de controle da doença, contudo apesar do bom desempenho advindo desta associação, observado nesta pesquisa, a bactéria isolada mostrou-se superior em parte das variáveis analisadas, confrontando a superioridade da associação encontrada no trabalho realizado pelo autor em questão. Tal fato pode estar associado ao que é descrito por Silva-Neto et al. (2013), ao afirmar que fungicidas podem ter efeitos nocivos sobre microrganismos benéficos importantes ao pleno desenvolvimento das plantas.

O fungicida pode reduzir a competição com microrganismos nativos, essencialmente fungos, e com isso garantir a colonização das rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (PGPR) (Mahaffee e Backman, 1993; Martins, 2013).

Com relação ao produto comercial enraizador Initiate Soy® apesar de ter se mostrado, no geral, inferior à grande parte dos tratamentos contendo bactéria, teve uma resposta positiva em relação a severidade da doença. O mesmo, trata-se de um produto comercial, disponível no mercado, enriquecido com aminoácidos e minerais e utilizado tanto em aplicações foliares quanto em tratamento de sementes, visando estimular o desenvolvimento inicial das plantas, o crescimento das raízes, aumentando o volume de solo explorado, possibilitando o aumento da eficiência na absorção de água e nutrientes pela planta (Oliveira, 2007). Os estudos de Lima et al. (2012) demonstraram aumento de 4% na produtividade do feijão-comum quando utilizaram Initiate Soy® para tratamento das sementes.

Quanto a desfolha (Tabela 3), o tratamento que propiciou menos perdas de folhas foi o contendo a bactéria UFLA 285 + fungicida, que em relação à testemunha proporcionou uma redução de 71,4 % na desfolha, mostrando que sinérgismos entre a bactéria e fungicida proporcionou melhores resultados. Já os demais tratamentos não diferenciaram estatisticamente entre si. Este patógeno tem um potencial de desfolha muito elevado, dados estes mostrados na testemunha, o qual deixou a planta com menos da metade das folhas para produção de fotoassimilados. Resultados semelhantes de desfolha foram encontrados por Nechet e Halfeld-Vieira (2007), avaliando a mela em linhagens de feijão-caupi, pois observou uma desfolha de até 72% em ecossistema de cerrado em Roraima. Esta variável encontra-se intimamente relacionada à intensidade com que a doença se manifesta, ou seja, uma alta severidade pode estar altamente correlacionada a uma alta desfolha, resul-

tando em grandes perdas de produtividade. Vilarinho et al. (2006), observou uma redução de 577 kg.ha<sup>-1</sup> na produtividade de feijão (genótipo suscetível) associado a uma desfolha de 80%, quando comparado a genótipos resistentes.

**Tabela 3.** Médias da desfolha (%) para cada tratamento de sementes, de feijão-caupi, variedade BRS – Guariba. As plantas, quando apresentavam cinco trifólios, foram inoculadas com *R. solani* em casa de vegetação nos anos de 2014 e 2015.

TRATAMENTOS	DESFOLHA (%)
Testemunha	56 b
UFLA 285	36 ab
UFLA 285 + Fungicida	16 a
ALB 629	40 ab
ALB 629 + Fungicida	37 ab
Initiate Soy <sup>®</sup>	44 ab
Initiate Soy <sup>®</sup> + Fungicida	44 ab

Médias seguidas de letras iguais, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey 5 % de probabilidade. ALB 629 (isolado endofítico de caule de cacau de *B. subtilis*). UFLA 285 (isolado de *B. subtilis* proveniente Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG). Initiate Soy<sup>®</sup> (Enraizador comercial).

É importante ressaltar que a combinação do Initiate Soy<sup>®</sup> com fungicida mostrou baixa eficiência de controle em grande parte das variáveis estudadas. Tal ocorrência pode estar associada ao fato de que o fungicida possa ter agido eliminando organismos de importância ao pleno desenvolvimento da planta. O que poderia contribuir para corroborar isto seria o desempenho do tratamento com Initiate Soy<sup>®</sup> isolado que, apesar de inferior em parte dos casos aos tratamentos contendo bactéria, teve desempenho superior à sua associação com fungicida. Silva-Neto et al. (2013), demonstraram que a utilização de fungicidas em sementes e no solo tem efeito deletério sobre a população de microrganismos benéficos como bactérias do gênero *Rhizobium* e fungos micorrízicos.

A bactéria *B. subtilis* age de forma preventiva, interferindo na aderência do patógeno nas folhas e no seu desenvolvimento posterior, bem como inibindo a germinação dos conídios e destruindo o crescimento dos patógenos, perfurando as membranas do tubo germinativo e micélio (Stadnik e Talamini, 2004). Desta maneira, pode-se associar este aumento no período de incubação, redução na severidade e menor desfolha quando os tratamentos de sementes de feijão-caupi foram associados com bactérias e fungicidas. Estes resultados mostraram a possibilidade de

uma combinação de estratégias para um melhor manejo da doença.

## CONCLUSÃO

A bactéria *B. subtilis* mostrou grande potencial no controle da mela do feijão-caupi, proporcionando um retardo no surgimento da doença e uma diminuição na desfolha.

A combinação de fungicida com as bactérias, para os parâmetros avaliados, de uma forma em geral apresentou bom desempenho.

Os dois isolados testados são promissores agentes de controle biológico para serem incorporados no manejo integrado de mela da cultura do feijão-caupi.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, L. & Bergamin Filho, A. (2006). Conceitos básicos de manejo de doenças quiescentes em frutas. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica** 3(1): 119-138.
- Antunes-Júnior, H.; Vieira Júnior, J.R. & Fernandes, C.F. (2010). Seleção de rizobactérias autóctones de feijoeiro para o controle biológico da mela ou teia micélica (*Thanatephorus cucumeris*). **Revista Pesquisa & Criação** 09(1):10-19.
- Azevedo, L.A.S. (1997). **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo: Ecosistemas: p. 48.
- Campbell, C.L. & Madden, L.V. (1990). **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley. p.523.
- Costa, G.R.; Lobo Júnior, M. & Café Filho, A.C. (2012). Epidemiologia da mela e produtividade do feijoeiro-comum tratado com fungicidas. **Summa Phytopathologica** 38(3): 211-215. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052012000300005>
- Ferreira, D.F. (2011). Program SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência Agrotécnica** 35(6): 1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Filgueiras, G.C.; Santos, M.A.S. dos; Homma, A.K.O.; Rebello, F.K. & Cravo, M.S. (2009). Aspectos socioeconômicos. In: Zilli, J.E.; Vilarinho, A.A. & Alves, J.M.A. (eds.). **A cultura do feijão-caupi na Amazônia Brasileira**. Boa Vista: Embrapa Roraima. p. 23-58.

- Freire Filho, F.R.; Lima, J.A. de A. & Ribeiro, V.Q. (2005). **Feijão-Caupi Avanços Tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p.222-228.
- Halfeld-Vieira, B.A.; Vieira Júnior, J.R.; Romeiro, R.S.; Silva, H.S.A. & Baracat-Pereira, M.C. (2006). Induction of systemic resistance in tomato by the autochthonous phytopathogen *Bacillus cereus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 41(8): 1247-1252. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000800006>
- Kondoh, M.; Hirai, M. & Shoda, M. (2001). Integrated biological and chemical control of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* using *Bacillus subtilis* RB14-C and flutolanil. **Journal Bioscience Bioengineering** 91(2): 173-177.
- Leelasuphakul, W. (2008). Growth inhibitory properties of *Bacillus subtilis* strains and their metabolites against the green mold pathogen (*Penicillium digitatum* Sacc.) of citrus fruit. **Postharvest Biology and Technology** 48(1): 113-121. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.09.024>
- Lima, D.A. de P.; Cobucci, T.; Nascente, A.S.; Kluthcouski, J. & Oliveira, P. (2012). Promotores de crescimento na produtividade do feijoeiro comum. In: **Congresso Nacional de pesquisa de feijão**, Goiânia. Anais: Embrapa Arroz e Feijão.
- Mahaffee, W.F. & Backman, P.A. (1993). Effects of seed factors on spermosphere and rhizosphere colonization of cotton by *Bacillus subtilis* gb03. **Phytopathology** 83(10):1120-1125.
- Martins, S.A. (2013). **Desenvolvimento o feijão-comum tratado com dois isolados selecionados de *Bacillus subtilis* em duas condições edafoclimáticas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras. 58p. Dissertação de Mestrado.
- Melo, I.S. (2009). Controle biológico. **Comunicação Técnica Embrapa** Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura\\_e\\_meio\\_ambiente/arvore/CON-TAG01\\_2\\_210200792813.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CON-TAG01_2_210200792813.html). Acesso em 16 jan. 2017.
- Nabti, E.; Sahnoune, M.; Ghoul, M.; Fischer, D.; Hofmann, A.L.; Rothballer, M.; Schmid, M. & Hartmann, A. (2010). Restoration of growth of durum wheat (*Triticum durum* var. *waha*) under saline conditions due to inoculation with the rhizosphere bacterium *Azospirillum brasilense* NH and extracts of the marine alga *Ulva lactuca*. **Journal Plant Growth Regulation** 29(1): 6–22.
- Nechet, K.L. & Halfeld-Vieira, B.A. (2007). Reação de cultivares de feijão-caupi à mela (*Rhizoctonia solani*) em Roraima. **Fitopatologia Brasileira** 32(5): 424-428. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-1582007000500009>
- Nechet, K.L. & Halfeld-Vieira, B.A. (2011). Efeito do inóculo, período de molhamento foliar e do estágio fenológico do feijão-caupi no desenvolvimento da mela. **Tropical Plant Pathology** 36 (2): 104-109. <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762011000200006>
- Oliveira, E.F. (2007). **Resposta do milho ao Awaken e da soja ao Acaplus aplicados via sementes**. Relatório de pesquisa, Coodetec – Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola, Cascavel:Coodetec. p.05.
- Pelzer, G.Q.; Halfeld-Vieira, B.A.; Nechet, K.L.; Souza, G.R.; Zilli, J.E. & Perin, L. (2011). Mecanismos de controle da murcha-de-esclerócio e promoção de crescimento em tomateiro mediados por rizobactérias. **Tropical Plant Pathology** 36(2): 95-103 <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762011000200005>
- Sartorato, A.; Nechet, K.L. & Halfeld-Vieira, B.A. (2006). Diversidade genética de isolados de *Rhizoctonia solani* coletados em feijão-caupi no estado de Roraima. **Fitopatologia Brasileira** 31(3): 297-301. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582006000300009>
- Silva-Neto, M.L.; Smiderle, O.J.; Silva, K.; Fernandes Junior, P.I.; Xavier, G.R. & Zilli, J.E. (2013). Compatibilidade do tratamento de sementes de feijão-caupi com fungicidas e inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 48(1): 80-87 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000100011>
- Stadnik, M.J. & Talamini, V. (2004). Legislação e uso de produtos fitossanitários naturais em países do cone sul. In: Stadnik, M.J. & Talamini, V. **Manejo ecológico de doenças de plantas**. 1 Florianópolis: CCA/UFSC.p.63-82.
- Vilarinho, A.A.; Freire Filho, F.R.; Rocha, M.M.; Ribeiro V.Q. & Vilarinho, L.B. (2006). Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de Feijão-caupi de porte ereto em Roraima - safras 2004 e 2005. **Comunicação Técnica da Embrapa**. Boa Vista: EMBRAPA. p.05.