

ATIVIDADE SISTÊMICA DE BENOMYL EM DIFERENTES NÍVEIS DE pH EM PIMENTA-DO-REINO¹

MARIA DE LOURDES REIS DUARTE e FERNANDO CARNEIRO DE ALBUQUERQUE²

RESUMO - A atividade sistêmica de benomyl (metil - 1 - (butil - carbamoil) - 2 - carbamato de benzimidazol) foi detectada em mudas de pimenta-do-reino quando o produto foi testado nas dosagens de 2.500 ppm, 5.000 ppm e 10.000 ppm e nos níveis de pH de 2,0, 2,2, 2,4 e 4,9. O produto preveniu a colonização dos tecidos por *Nectria haematococca* (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*) quando aplicado antes da inoculação do patógeno. Houve tendência de maior absorção da solução não acidificada quando comparada à solução acidificada.

Termos para indexação: controle químico, fungicida sistêmico, *Nectria haematococca* (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*), inoculação.

SYSTEMIC ACTIVITY OF BENOMYL AT DIFFERENT pH LEVELS IN BLACK PEPPER

ABSTRACT - The systemic activity of benomyl (methyl - 1 - (butyl - carbamoyl) - 2 - benzimidazole carbamate) was detected in black pepper plants when the product was tested at 2,500 ppm, 5,000 ppm and 10,000 ppm dosages and 2.0, 2.2, 2.4 and 4.9 pH levels. The product prevented the colonization of plant tissues by *Nectria haematococca* (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*) when it was applied before inoculation. There was a trend for a more intense absorption of nonacidified solution when compared to the acidified solution.

Index terms: chemical control, systemic fungicide, *Nectria haematococca* (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*), inoculation.

INTRODUÇÃO

O patógeno que causa maiores prejuízos para a cultura da pimenta-do-reino na região amazônica é, sem dúvida, o fungo *Nectria haematococca* Berk & Br. (*Fusarium solani* (Mart.) Sacc.) f. sp. *piperis* Albuquerque.

Provoca diferentes tipos de sintomas, entre os quais a morte de estacas de propagação, apodrecimento das raízes e base do caule, secamento dos ramos e morte da planta (Albuquerque 1961, 1964, Albuquerque & Duarte 1972).

As medidas de controle recomendadas para a doença incluem práticas culturais e aplicação de produtos químicos não só para tratamento do material de propagação mas também para pulveriza-

ção das plantas em condições de campo (Albuquerque 1980).

Ensaio conduzidos por Silva et al. (1973) e Duarte & Albuquerque (1980) revelaram ser o benomyl metil - 1 (butil-carbamoil) - 2 - (carbamato de benzimidazol) o fungicida mais eficiente para o tratamento preventivo de estacas de pimenta-do-reino destinadas a novos plantios, e para pulverizações preventivas das pimenteiras, em condições de campo.

O controle, principalmente do secamento dos ramos da pimenta-do-reino, é feito através de pulverizações preventivas com o fungicida benomyl na frequência mensal; entretanto, tem-se observado que após o surgimento dos sintomas da doença em um pimental, mesmo que seja iniciado um programa de pulverizações, a doença prossegue em seu desenvolvimento, embora de maneira mais lenta, até dizimá-lo completamente.

Erwin et al. (1968) determinaram a atividade fungitóxica e sistêmica deste produto quando aplicado no solo antes da inoculação de mudas de algodoeiro visando o controle da murcha vascular

¹ Aceito para publicação em 20 de agosto de 1986. Trabalho apresentado no XII Congresso da Sociedade Brasileira de Fitopatologia, Viçosa, MG, 20 a 24 de fevereiro, 1978.

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), Caixa Postal 48, CEP 66000 Belém, PA.

causada por *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berth. Posteriormente, ainda estudando o controle da murcha vascular do algodoeiro, Buchenauer & Erwin (1971) detectaram o efeito curativo induzido pelos fungicidas benomyl e tiabendazol quando soluções desses produtos com níveis de pH de 2,7 e 1,7 foram pulverizadas sobre a folhagem de mudas de algodoeiro, previamente submetidas a inoculação com *V. albo-atrum*.

Com o objetivo de verificar se o uso de solução acidificada do fungicida benomyl proporcionaria maiores índices de controle, e para determinar qual o nível de pH ótimo para melhor absorção do produto pelos tecidos de mudas de pimenta-do-reino, quatro ensaios foram conduzidos, em condições de ripado, nas dependências do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), em Belém, PA.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo das mudas

Estacas da cultivar Cingapura foram pré-enraizadas por 30 dias em propagadores e, em seguida, transplantadas para sacos de polietileno pigmentados contendo cerca de três quilos de solo do tipo Latossolo Amarelo, textura média, enriquecido com matéria orgânica e desinfestado quimicamente com brometo de metila. As plantas foram irrigadas mensalmente com solução suplementar de fertilizante comercial (Envy) a 0,1%, por seis meses, época da instalação dos ensaios.

Obtenção do inóculo e inoculação das plantas

Transferiu-se um único macroconídio de *Fusarium solani* f. sp. *piperis* para tubos de ensaio contendo o meio de cultura batata-sucrose-ágar (batata, 200 g; sucrose, 20 g; ágar, 18 g; água destilada, 1.000 ml). Os tubos de cultura foram incubados à temperatura ambiente por duas semanas. As mudas receberam inoculação pela técnica de punctura na axila da terceira folha, a contar da extremidade apical, fazendo-se um pequeno orifício com alfinete esterilizado e depositando-se sobre este uma gota de suspensão de inóculo do patógeno contendo $1,4 \times 10^6$ esporos por milímetro, de maneira a ser absorvida pelo ferimento (Erwin 1969).

Condução dos experimentos

O fungicida benomyl foi testado nas dosagens de 2.500 ppm, 5.000 ppm e 10.000 ppm. Cada uma das dosagens foi testada nos níveis de pH de 2,0, 2,2, 2,4, 4,9 e 5,9. O pH das soluções fungicidas foi obtido pela adição

de gotas de uma solução 1 N de ácido clorídrico (HCl), ajustando-se os diferentes níveis em um potenciômetro. O tratamento pH = 4,9 correspondeu ao da solução de benomyl não acidificada, enquanto o tratamento pH = 5,9 correspondeu à acidez da água destilada estéril, que constituiu o tratamento-testemunha.

Instalaram-se quatro ensaios. Nos dois primeiros ensaios, o fungicida foi aplicado em rega, no solo, uma única vez, na proporção de 300 ml por planta, antes e após a inoculação (Ensaio A e B). Nos dois últimos ensaios, o produto foi pulverizado uma única vez na folhagem das mudas de pimenta-do-reino, antes e após a inoculação (Ensaio C e D). Em todos os ensaios, o intervalo entre as inoculações e as aplicações do produto foi de três dias. Cada tratamento foi repetido três vezes, e cada experimento, duas vezes. A avaliação foi baseada na mensuração do comprimento das lesões desenvolvidas nos tecidos próximos do ponto de inoculação. Foi também observado o progresso ou supressão dos sintomas nas plantas que receberam inoculação. O intervalo das observações variou de sete dias nos dois primeiros ensaios e de dez dias nos dois últimos.

Bioensaios

Visando detectar a presença de substâncias fungitóxicas nos tecidos da pimenta-do-reino, foi usado o fungo *Penicillium citrinum* Thom. Cerca de 1 ml de uma suspensão concentrada de esporos do fungo foi colocado no centro de placas-de-petri de 90 mm de diâmetro, e sobre o inóculo foram vertidos 20 ml de meio de cultura Sabouraud-ágar à temperatura de 40°C (Erwin 1969).

Discos de 9 mm de diâmetro foram retirados das três últimas folhas superiores quando o fungicida foi aplicado no solo; e das três primeiras folhas inferiores, quando o produto foi aplicado na folhagem das mudas. Antes da transferência dos discos para as placas-de-petri contendo o meio de cultura, a superfície do tecido foi tratada com uma solução comercial de hipoclorito de cálcio a 0,59%; durante três minutos. As placas-de-petri foram incubadas à temperatura de 25°C durante cinco dias. A avaliação foi baseada em medições dos halos de inibição do crescimento de *P. citrinum* formado em torno dos discos de folhas de pimenta-do-reino, expresso em milímetros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ação fungitóxica e sistêmica de benomyl no controle de *Nectria haematococca* (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*) foi evidenciada pela ausência ou supressão dos sintomas da doença nas plantas de pimenta-do-reino, quando o produto foi aplicado antes e após a inoculação, tanto na forma de pulverização como em rega no solo.

Os resultados obtidos nos ensaios conduzidos revelaram que quando o produto foi aplicado no solo antes da inoculação, não houve desenvolvimento de lesões nos tecidos submetidos a inoculação em nenhuma das dosagens e níveis de pH testados, aos 7, 15 e 30 dias após o tratamento (Fig. 1). Quando o produto foi aplicado ao solo após a inoculação, houve formação de lesões necróticas perto do ponto de inoculação, nas plantas tratadas com benomyl a 2.500 ppm e 5.000 ppm, em todos os níveis de pH testados, observados aos sete e quinze dias após a inoculação. Entretanto, 30 dias após a inoculação houve supressão dos sintomas naquelas plantas, indicando indiretamente que após a absorção o produto foi capaz de erradicar o patógeno dos tecidos das plantas submetidas a inoculação. No tratamento 10.000 ppm, e em todos os níveis de pH, não foram observados sintomas em nenhuma das plantas, nas três épocas de avaliação (Fig. 2). Nas plantas do tratamento-testemunha, em ambos experimentos (Ensaio A e B), a doença prosseguiu em seu desenvolvimento e causou a morte de 60% das plantas após a última época de avaliação.

Erwin et al. (1968), testando o fungicida benomyl no controle de murcha-de-algodoeiro causada por *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berth, obtiveram resultados semelhantes, pois quando o produto foi aplicado antes da inoculação nas mudas, não houve indução de sintomas de murcha nas plantas tratadas, principalmente quando usaram dosagens maiores (100 e 500 ppm/vaso).

O produto pulverizado sobre a folhagem antes da inoculação nas plantas não favoreceu o desenvolvimento de lesões nos tecidos das plantas submetidas a inoculação, em nenhum dos tratamentos, aos 10, 20 e 30 dias após a aplicação do fungicida (Fig. 3). Nas plantas do tratamento-testemunha, a doença prosseguiu provocando a queima de grande parte das folhas e hastes. Quando o fungicida foi pulverizado após a inoculação nas plantas, aos dez dias a contar da data da inoculação, houve manifestação de sintomas nas plantas componentes dos tratamentos 2.500 ppm e índices de pH = 2,2 e 2,4, assim como no tratamento 5.000 ppm e pH = 4,8. No tratamento 10.000 ppm não foi notada a formação de lesões em nenhum dos índi-

ces de pH testados. Aos 20 dias após a inoculação observaram-se resultados semelhantes em relação aos tratamentos 2.500 ppm e 5.000 ppm; entretanto, a 10.000 ppm houve formação de lesões em uma planta na parcela tratada com benomyl não acidificado (pH = 4,8). Aos 30 dias ocorreu supressão dos sintomas nos tratamentos 5.000 ppm e 10.000 ppm, ao passo que no tratamento 2.500 ppm e pH = 2,2 as lesões formadas desenvolveram-se até queimar parte da folhagem das mudas, embora de modo mais lento do que no tratamento-testemunha (Fig. 4).

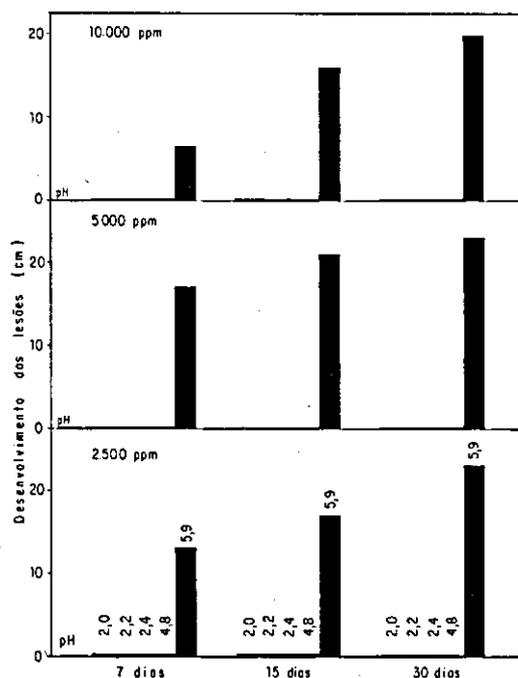


FIG. 1. Efeito da solução de Benomyl em diferentes dosagens e níveis de pH, sobre a infecção de *F. solani* f. sp. *piperis*, em mudas de pimenta-do-reino, quando aplicada uma única vez, no solo, antes da inoculação nas mudas.

Buchenauer & Erwin (1971), usando benomyl e tiabendazol acidificado (pH 1,5 e 2,7, respectivamente) no controle da murcha vascular do algodoeiro (*V. albo-atrum*), observaram a ocorrência de supressão dos sintomas quando as plantas receberam pulverização após a inoculação.

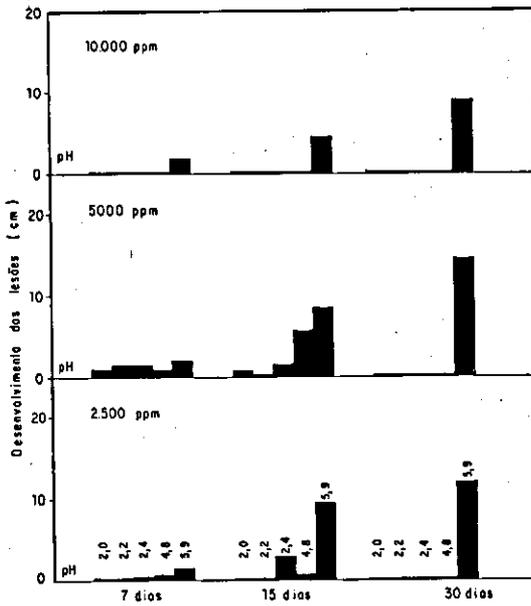


FIG. 2. Efeito da solução de Benomyl em diferentes dosagens e níveis de pH, sobre a infecção de *F. solani* f. sp. *piperis*, em mudas de pimenta-do-reino, quando aplicada uma única vez, no solo, após a inoculação nas mudas.

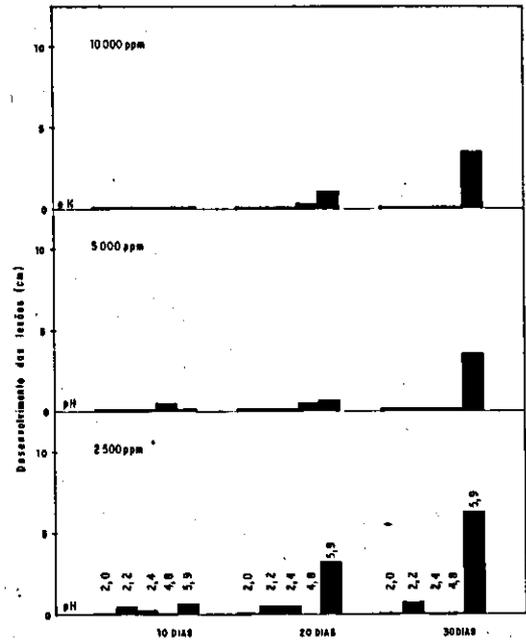


FIG. 4. Efeito da solução de Benomyl em diferentes dosagens e níveis de pH, sobre a infecção de *F. solani* f. sp. *piperis*, quando pulverizada uma única vez, após a inoculação nas mudas.

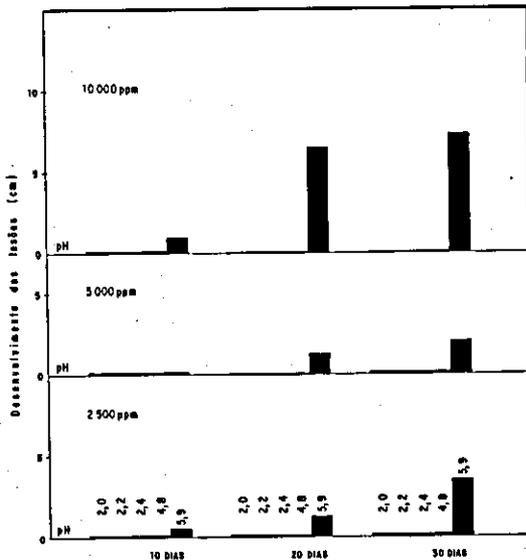


FIG. 3. Efeito da solução de Benomyl em diferentes dosagens e níveis de pH, sobre a infecção de *F. solani* f. sp. *piperis*, quando pulverizada uma única vez, antes da inoculação nas mudas.

Comparando-se o benomyl acidificado e o não acidificado, observa-se que ambos apresentaram comportamento semelhante, porque 30 dias após houve supressão dos sintomas nas plantas tratadas após a inoculação, tanto em rega do solo como em pulverização. Quando o produto foi aplicado antes da inoculação, não houve manifestação de sintomas nas plantas tratadas com benomyl mais ácido clorídico e não acidificado. Buchenauer & Erwin (1971) notaram que a aplicação de benomyl mais ácido clorídico na dosagem de 10.000 ppm preveniu completamente os sintomas de murcha em mudas de algodoeiro, enquanto a solução do produto não acidificada não teve nenhum efeito no controle da doença. Isto demonstra que os tecidos de pimenta-do-reino têm capacidade de absorver o produto não acidificado.

Halos de inibição do crescimento de *P. citrinum* foram observados 24 horas após a plantação dos discos de folhas de pimenta-do-reino tratadas com diferentes dosagens e níveis de pH. Estes torna-

ram-se mais evidentes cinco dias após a primeira observação. Não foram detectadas diferenças quanto ao diâmetro dos halos de inibição em torno dos discos de folhas de mudas tratadas com solução de benomyl nos índices baixos de pH (2,0, 2,2 e 2,4); entretanto, houve uma tendência de formação de maiores halos de inibição nas placas que continham material de plantas tratadas com benomyl não acidificado (Fig. 5).

Buchenauer & Erwin (1971) constataram que os fungicidas benomyl e tiabendazol só preveniram os sintomas de murcha do algodoeiro quando usaram solução acidificada dos produtos e que soluções não acidificadas não tiveram efeito sobre a murcha-do-algodoeiro causada por *V. albo-atrum*. A pimenta-do-reino reage diferente do algodoeiro, pois tanto soluções acidificadas como não acidificadas preveniram ou suprimiram os sintomas provocados por *F. solani* f. sp. *piperis* nas mudas de pimenta-do-reino. O diâmetro dos halos de inibição variou com a dosagem do produto, sendo maiores na dosagem de 10.000 ppm, intermediários na dosagem de 5.000 ppm, e menores na dosagem de 2.500 ppm.

A substância fungitóxica nos tecidos das mudas de pimenta-do-reino foi detectada até 53 dias após o produto ter sido aplicado no solo, e até quinze dias quando aplicado na forma de pulverização (Tabela 1 e 2).

Os resultados obtidos no presente trabalho indicaram que os tecidos da pimenta-do-reino podem absorver o fungicida benomyl em soluções acidifi-

casas ou não. Embora o produto tenha sido detectado nos tecidos das mudas 53 dias após a aplicação no solo, este tratamento seria dispendioso, considerando-se o alto custo do produto testado. O fato de a substância tóxica ter sido detectada até quinze dias após a pulverização da folhagem das plantas indica que o intervalo mínimo de aplicação do produto em condições de campo deve ser quinzenal. Isto poderia explicar por que as pulverizações mensais não proporcionam bom controle da doença.

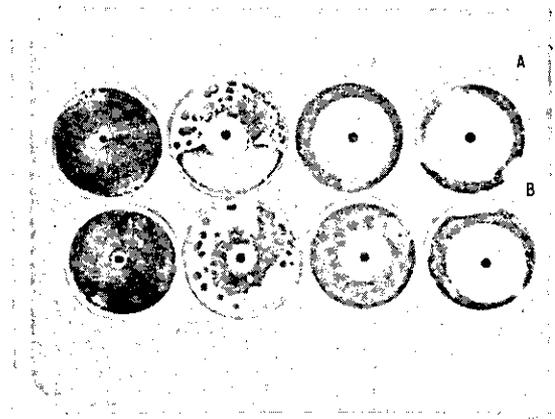


FIG. 5. Inibição do crescimento de *P. citrinum* em torno de discos de folhas de mudas de pimenta-do-reino tratadas com solução de Benomyl não acidificada (A) e acidificada (B), 30 dias após o tratamento do solo. Da esquerda p/a direita: Testemunha; 2.500 ppm; 5.000 ppm; e 10.000 ppm.

TABELA 1. Halos de inibição (mm) do crescimento de colônias de *P. citrinum* em torno de discos de folhas de pimenta-do-reino, coletadas 53 dias após a aplicação de Benomyl no solo.

Níveis de pH	Épocas de aplicação e dosagens (ppm)					
	Antes da inoculação			Após a inoculação		
	2.500	5.000	10.000	2.500	5.000	10.000
2,0	50,0 ^a	56,0	50,4	26,0	49,3	42,7
2,2	40,7	58,0	54,0	28,7	31,3	54,7
2,4	56,0	40,7	49,3	24,0	34,7	42,7
4,8						
(Não acidificada)	38,0	50,7	52,0	17,3	31,3	43,7
5,9						
(Testemunha)	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0

^a Média de três repetições.

TABELA 2. Halos de inibição (mm) do crescimento de colônias de *P. citrinum* em torno de discos de folhas de pimenta-do-reino, coletadas 15 dias após a aplicação de Benomyl na folhagem das mudas.

Níveis de pH	Épocas de aplicação e dosagens (ppm)					
	Antes da inoculação			Após a inoculação		
	2.500	5.000	10.000	2.500	5.000	10.000
2,0	29,3 ^a	54,7	65,0	15,0	31,7	47,0
2,2	45,0	51,7	60,0	19,0	25,0	51,7
2,4	45,7	51,7	62,3	18,0	26,7	57,5
4,8						
(Não acidificada)	45,0	41,7	60,0	19,0	28,3	56,7
5,9						
(Testemunha)	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0

^a Média de três repetições.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F.C. Podridão das raízes e do pé da pimenta-do-reino. Belém, IPEAN, 1961. 45p. (IPEAN. Circular Técnica, 5)
- ALBUQUERQUE, F.C. Podridão das raízes e do pé da pimenta-do-reino; segunda contribuição. Belém, IPEAN 1964. 23p. (IPEAN. Circular Técnica, 8)
- ALBUQUERQUE, F.C. Podridão das raízes e secamento da pimenta-do-reino; fusariose da pimenta negra. In: ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 1., Campinas, 1980. Anais. Campinas, Secretaria de Defesa Sanitária, 1980. p.107-117.
- ALBUQUERQUE, F.C. & DUARTE, M.L.R. Pimenta-do-reino e suas doenças na região amazônica. C. Agríc., (2/3):114-9, 1977.
- ALBUQUERQUE, F.C. & DUARTE, M.L.R. Relação entre *Fusarium solani* f. sp. *piperis* e o mal-de-Mariquita da pimenta-do-reino. Belém, IPEAN, 1972. 2p. (IPEAN. Comunicado, 18)
- BUCHENAUER, H. & ERWIN, D.C. Control of *Verticillium* wilt of cotton by spraying foliage with Benomyl and Thiabendazole solubilized with Hydrochloric acid. *Phytopathology*, 61(4):433-4, 1971.
- DUARTE, M.L.R. & ALBUQUERQUE, F.C. Eficiência de diferentes fungicidas no tratamento de estacas de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) infectadas por *Nectria haematococca* (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*). *Fitopatol. bras.*, 5(2):169-75, 1980.
- ERWIN, D.C. Methods of determination of the systemic and fungitoxic properties of chemicals applied to plants with emphasis of control of *Verticillium* with thiabendazole and Benlate. *World Rev. Pest. Control*, 8:6,22, 1969.
- ERWIN, D.C.; SIMS, J.J.; PARTIDGE, J. Evidence for the systemic, fungitoxic activity of 2-(4-thiazolyl) benzimidazole in the control of *Verticillium* wilt of cotton. *Phytopathology*, 58(6):860-5, 1968.
- SILVA, H.M.; ALBUQUERQUE, F.C.; DUARTE, M.L.R.; MABUCHI, N. Tratamento de estacas de pimenta-do-reino com oito fungicidas. Belém, IPEAN, 1973. 6p. (IPEAN. Comunicado técnico, 39)