

Utilização de esterco como medida auxiliar no controle da murcha bacteriana em genótipos de batata

Montenegro-Coca, D.¹; C.F. Ragassi²; C.A. Lopes³

Resumo

Avaliou-se o efeito da aplicação de esterco compostado sobre a incidência de murcha-bacteriana (MB) nas cultivares Agata, Monalisa e Bintje, em campo naturalmente infestado com *Ralstonia solanacearum*. Utilizou-se o delineamento experimental de parcelas sub-subdivididas, desenho fatorial 3 x 2 x 4, referente a três cultivares, dois tipos de esterco – de gado e de galinha –, quatro doses (0, 10, 20, e 30 Mg . ha⁻¹ para o esterco de galinha e 0, 15, 30 e 45 Mg . ha⁻¹ para o esterco de gado) e seis repetições. De forma a verificar se o efeito da aplicação do esterco na incidência de MB estava relacionado à disponibilização de enxofre e nitrogênio, aplicou-se 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio nas parcelas referentes a um dos tratamentos-testemunha sem esterco. Essa comparação foi considerada como experimento adicional e não como uma subparcela do experimento central. Avaliou-se a incidência da doença, a produtividade total e a produtividade comercial. Os resultados evidenciaram aumento da produção associado à redução na incidência de MB, observada principalmente com aplicação de 10 Mg . ha⁻¹ de esterco de galinha. A redução verificada ocorreu de forma mais acentuada nas cultivares Bintje e Monalisa em comparação com a cultivar Achat, que, independentemente da aplicação de esterco, apresentou menor incidência de MB. A aplicação em

¹ Estudante de mestrado em Fitopatologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Asa Norte, CEP 70919-970, Brasília-DF, Brasil;

² Pesquisadores, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Parque Estação Biológica CEP 70770-901, Brasília-DF, Brasil. E-mail: carlos.ragassi@embrapa.br

³ Pesquisadores, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Parque Estação Biológica CEP 70770-901, Brasília-DF, Brasil. E-mail: carlos.ragassi@embrapa.br

cobertura de sulfato de amônio também reduziu a incidência de murcha bacteriana em ‘Bintje’ e ‘Monalisa’ e isso sugere que o efeito supressivo a essa doença, obtido com aplicação do esterco de galinha, seja devido, pelo menos em parte, ao fornecimento de enxofre e nitrogênio ao sistema.

Palavras-chave adicionais:

Solanum tuberosum L.; Ralstonia solanacearum; nutrição da batateira; adubação; sulfato de amônio.

Aceito para publicação: Julho 15, 2012.

Summary

Manure application as an auxiliary strategy for the control of bacterial wilt in potato genotypes

This study evaluated the effect of composted manure application on the incidence of bacterial wilt (BW) in the Agata, Monalisa and Bintje potato cultivars, grown in a field naturally infested with race 1, biovar I of *Ralstonia solanacearum*. The split-split-plot experimental design was used with the factorial scheme 3 x 2 x 4, corresponding to three potato cultivars, two manure sources – cattle and chicken –, four manuring levels (0, 10, 20, and 30 Mg . ha⁻¹ for the chicken manure and 0, 15, 30 and 45 Mg . ha⁻¹ for the cattle manure) and six replications. To verify if the effect of manure application on the incidence of BW was related to the availability of sulfur and nitrogen, 300 kg ha⁻¹ of ammonium sulfate was applied to the plots referring to one of the control-treatments without manure. This comparison was considered as an additional assay and not as a subplot of the central experiment. The evaluated variables were incidence of BW and total and marketable yield. The results revealed an increase in production associated to a reduction in the BW incidence, observed mainly in the plots which received 10 t ha⁻¹ of chicken manure. The decline was

more pronounced for the cultivars Bintje and Monalisa than for the cultivar Achat. Moreover, this latter cultivar showed a lower incidence of BW regardless of manure application. The ammonium sulfate top-dressing also reduced the bacterial wilt incidence in 'Bintje' and 'Monalisa', and this suggests the suppressive effect to BW, obtained through the application of chicken manure, is due, at least in part, to the supply of sulfur and nitrogen to the system.

Additional key words:

Solanum tuberosum L., Ralstonia solanacearum, potato crop nutrition, fertilization, ammonium sulfate.



Introdução

A murcha-bacteriana (MB), causada por *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) (*Rs*), é uma das principais doenças da cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) no Brasil e no mundo e causa grandes perdas de produção de batata para consumo, além de ser a principal causa de condenação de campos que se destinam à certificação de batata-semente (Lopes *et al.*, 1990). A *Rs* é uma bactéria nativa da maioria dos solos brasileiros e, portanto, está amplamente distribuída pelo país (Lopes, 2005; Silveira *et al.*, 2007).

A penetração da bactéria na planta se dá pelas raízes em pontos de emergência de raízes secundárias e ferimentos causados por nematóides, insetos e tratos culturais (Kelman & Sequeira, 1965). Ao atingir o xilema, o patógeno se multiplica e compromete o transporte de água para as folhas, o que ocasiona a murcha e, posteriormente, a morte da planta. *Ralstonia solanacearum* é um patógeno muito versátil e ataca mais de 50 famílias botânicas (Hayward, 1994), mas afeta

principalmente espécies da família Solanaceae, que compreende, além da batata, o tomate, o pimentão, a berinjela, o jiló e o fumo.

Estudos recentes ligados à fisiologia da bactéria esclarecem a grande capacidade de sobrevivência de *Rs* em diferentes tipos de solos, em boa parte explicando a dificuldade de se eliminar este patógeno de solos infestados. Uma grande variedade de substratos orgânicos (aminoácidos, açúcares, ácidos graxos) é usada por *Rs* como fonte de energia, além de compostos aromáticos derivados de lignina degradada, o que faz com que o ambiente no solo permaneça favorável à sua manutenção mesmo após a morte da planta hospedeira (Genin & Boucher, 2004). Outra característica marcante deste patógeno é que ele produz enzimas hidrolíticas extracelulares tais como pectinases, poligalacturonases, proteases e glucanases, que geram substratos de baixo peso molecular, assimilados pela bactéria por meio de um complexo sistema de transporte de membranas que permite a entrada de substratos e a eliminação de substâncias tóxicas como antibióticos e metais pesados. Além disso, possui mecanismos de quimiotaxia e adesão que facilitam a colonização de nichos especiais e a manutenção de altas populações, principalmente no solo (Genin & Boucher, 2004).

Dentre as cultivares de batata utilizadas no Brasil, apenas Achat apresentava resistência de campo à doença. Entretanto, esta cultivar foi substituída no Brasil, por Monalisa e posteriormente por Ágata (Lopes, 2005). O controle químico da murcha bacteriana com antibióticos agrícolas, fungicidas cúpricos e produtos desinfetantes foi avaliado para a cultura do tomate, sem que se obtivesse resultado satisfatório (Nishijima, 1997). Dessa forma, o controle da doença só é efetivo quando várias medidas, em associação, são utilizadas (French, 1994; Takatsu & Lopes, 1997; Lopes, 2005).

O efeito da adubação orgânica na supressão de doenças de plantas tem recebido alguma atenção da comunidade científica, principalmente nos últimos anos em que se buscam alimentos produzidos sem aplicação de agrotóxicos. Em relação ao efeito da aplicação de matéria orgânica na intensidade da murcha bacteriana em solanáceas, poucos são os relatos encontrados na literatura nacional e internacional. Na Costa Rica, Hernández *et al.* (1999) avaliaram os efeitos da aplicação de casca de café e restos de cana-de-açúcar e três tipos de compostos na incidência de murcha bacteriana em tomate, em casa de vegetação. O tratamento que recebeu casca de café com composto proporcionou um maior desenvolvimento das plantas e um menor grau de severidade de murcha bacteriana. Anselmo & Nagpala (1986), nas Filipinas, avaliaram esterco de galinha e de porco nas doses de 0, 3, 6, 9, 12 e 15 t/ha e seus efeitos na severidade de murcha bacteriana em batata. Plantas adubadas com 3 t/ha de esterco de galinha foram menos atacadas, além de apresentarem menor número de tubérculos infectados na produção comercial, em comparação com outras doses de esterco de galinha e com esterco de porco (Anselmo & Nagpala, 1986). Naquele trabalho, foi interessante notar que doses maiores de esterco de galinha resultaram em maior severidade da murcha bacteriana.

Existem, também, relatos de que o estado nutricional das plantas afeta sua resistência a doenças (Huber, 1994; Fontes, 1997). A nutrição não só afeta o crescimento e a produtividade das plantas cultivadas, mas pode também influenciar, de forma secundária, alguns fatores que favorecem ou desfavorecem a intensidade de doenças. Por exemplo, a nutrição da planta afeta sua arquitetura e, conseqüentemente, o seu dossel, favorecendo ou desfavorecendo fitopatógenos, especialmente os associados ao solo. Da mesma forma, a nutrição afeta a anatomia da planta, podendo resultar em epidermes mais

grossas e lignificadas e/ou silificadas, que servem como barreiras mecânicas a fitopatógenos. A nutrição também afeta a fisiologia e a bioquímica da planta, com produção de substâncias inibidoras ou repelentes, além da síntese de compostos tóxicos como as fitoalexinas, assim alterando as respostas das plantas aos ataques de parasitas (Marschner, 1986).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses de esterco de gado e de galinha na incidência de murcha bacteriana de batata em solo de cerrado naturalmente infestado com *Rs* biovar I. Foi ainda avaliado o efeito da adubação em cobertura com sulfato de amônio de modo a relacionar o eventual efeito da matéria orgânica com a disponibilização dos elementos nitrogênio e enxofre, fornecidos ao solo e à planta.

Material e Métodos

O ensaio foi conduzido em Latossolo Vermelho Amarelo em Brasília, DF (15° 56' LS, 48° 08' LO, altitude de 997 m), entre maio e setembro de 2000. A temperatura média foi de 22,8° C; a umidade relativa média de 52,4%; a precipitação acumulada de 0; 0,3; 29,4 mm e a evaporação de 6,1; 5,9; 5,7; 8,1 mm, respectivamente para os meses de maio, junho, julho e agosto. O terreno em que o experimento foi instalado apresentava inclinação de 5 a 7 %, sendo a área experimental escolhida por ter apresentado, em anos anteriores, infestação natural uniforme com a raça 1, biovar I de *Ralstonia solanacearum*.

Antes do preparo de solo, realizou-se análise química, que indicou: condutividade elétrica (mS . cm⁻¹): 0,08; pH em água: 4,75; teor de P, K, Na e S (mg . dm⁻³): 9,6; 23; 36 e 45, respectivamente; teor de Al, H+Al, Ca e Mg (cmol_c . dm⁻³): 0,27; 9,1; 1,8 e 0,6, respectivamente; matéria orgânica (g . dm⁻³): 36,2 e teor de Cu, Fe, Zn, Mn e B (mg . dm⁻³): 0,32; 5,7; 0,35; 1,8 e 0,3, respectivamente.

Com base na análise química, foram aplicados a lanço em toda área do experimento e incorporados, no dia 12 de abril, 3.864 kg . ha⁻¹ de calcário e no dia 24 de abril, adubação com NPK e micronutrientes constituída por: 854 kg . ha⁻¹ da formulação 04-14-08, 1.862 kg . ha⁻¹ de superfosfato simples, 252 kg . ha⁻¹ de uréia e 227,5; 4.550 e 455 g . ha⁻¹ de sulfato de cobre, zinco e tetraborato de sódio, respectivamente.

Para o plantio, foram utilizadas sementes de categoria básica, produzidas em Santa Catarina e com isso praticamente eliminou-se a possibilidade de a doença observada ter sido trazida de forma latente no tubérculo semente. Utilizaram-se as cultivares Achat (moderadamente resistente à MB), Monalisa (altamente susceptível à MB) e Bintje (susceptível à MB). O plantio foi feito manualmente no dia 16 de maio de 2000, quando os tubérculos semente encontravam-se com brotação vigorosa de cerca de 1 cm. Adotou-se espaçamento de 0,80 m entre sulcos e 0,30 m entre plantas.

Utilizou-se o delineamento experimental de parcelas sub-subdivididas, cujo desenho fatorial foi de 3 x 2 x 4 com seis repetições. Os tratamentos foram três cultivares de batata, dois tipos de esterco compostado (de galinha e de gado), quatro níveis de esterco de galinha (0, 10, 20, e 30 Mg . ha⁻¹, aplicados no dia 2 de maio) e quatro níveis de esterco de gado (0, 15, 30 e 45 Mg . ha⁻¹ aplicados no dia 10 de maio). A área experimental foi de 1.430 m². Foram plantados três sulcos por unidade experimental e 10 plantas por sulco.

De forma a verificar se o efeito da aplicação do esterco na incidência de MB estaria relacionado à disponibilização de enxofre e nitrogênio, 43 dias após o plantio foram aplicados 300 kg . ha⁻¹ de sulfato de amônio nas parcelas referentes a um dos tratamentos-testemunha sem esterco. Assim, foi possível se comparar o tratamento sem esterco com e sem cobertura, com as mesmas três cultivares, em seis repetições. A área desse experimento foi de 308 m² e essa comparação foi considerada como experimento adicional e não como uma subparcela do experimento central.

A avaliação da incidência de MB foi feita semanalmente em cada um dos tratamentos, no sulco central, entre os dias 14 junho e 23 de agosto, com um total de 11 avaliações. Nessa avaliação, foi considerada como planta murcha aquela que apresentasse mais de 50 % de folhas murchas. A partir das 11 avaliações, então, foram traçadas curvas de progresso da MB e calculadas as áreas abaixo das curvas de progresso da doença (AACPD), conforme sugerido por Berger (1988).

A colheita foi efetuada manualmente no dia 16 de setembro para as três cultivares, quando se fez avaliação de rendimento em cada um dos tratamentos. Pesaram-se os tubérculos das 10 plantas do sulco central que, em seguida, foram classificados em comerciais e não comerciais, de acordo com tamanho, defeitos e podridões. Os tubérculos comerciais também foram pesados separadamente. Todas as variáveis foram avaliadas estatisticamente por meio do teste F a 5% de probabilidade do erro.

Resultados e Discussão

A análise estatística indicou haver efeito significativo dos três fatores avaliados (cultivar de batata, tipo e dose de esterco) sobre a ocorrência de MB (Figura 1) e sobre a produtividade total e comercial de tubérculos (Figura 2). A interação tripla cultivar x tipo de esterco x dose de esterco foi, também, significativa para todas as variáveis avaliadas.

Ao se contrastar as Figuras 1 e 2, é possível verificar que o aumento da produção esteve de maneira geral associado à redução na incidência de MB. Assim, a maior suscetibilidade apresentada pela cultivar Monalisa resultou, de forma geral, em menor produtividade total e comercial (Figura 2). Deve-se levar em consideração, ainda, que essa cultivar teve uma emergência de 85%, enquanto, para as demais cultivares, esse valor foi de 100%. A menor taxa de emergência em 'Monalisa' deveu-se ao apodrecimento pré-emergência. Nesse caso, foi feita a correção de proporcionalidade para a leitura da doença, mas não para a produtividade, pois essa última pode ter sido influenciada pela ausência de plantas vizinhas. 'Monalisa' foi, no entanto, a

cultivar que apresentou a maior uniformidade de tubérculos e a maior relação tubérculos comerciais / tubérculos totais.

O esterco de galinha, na dose de 10 Mg. ha⁻¹, foi o tratamento mais eficiente na redução da incidência de MB, que ocorreu destacadamente nas duas cultivares suscetíveis, Monalisa e Bintje. As doses superiores (20 e 30 Mg. ha⁻¹), além de não terem reduzido proporcionalmente a MB, não influenciaram de forma nítida a produtividade das cultivares avaliadas. É importante se considerar que Anselmo & Nagpala (1986) observaram aumento na incidência de MB em batata como consequência da utilização de doses de esterco de galinha superiores a 3 Mg . ha⁻¹, o que indica ser necessária a determinação da dose adequada desse tipo de esterco para cada situação específica em que se almejar o controle da MB em batata. Já, para o esterco de gado, a aplicação em diferentes doses não proporcionou efeitos consistentes na produtividade e na ocorrência de MB, independentemente da cultivar avaliada.

A análise da composição dos adubos orgânicos utilizados (Tabela 1) demonstrou que o esterco de galinha era mais rico em Ca, Mg, K, Zn e Mn e mais pobre em P, Cu e Fe e, dessa forma, não se descarta a possibilidade de que essas diferenças possam ter influenciado o efeito observado. No entanto, tanto os teores de nitrogênio total quanto os teores desse elemento na forma de nitrato foram semelhantes entre os dois tipos de esterco e, assim, verifica-se que a diferença entre as respostas observadas não está relacionada ao teor de nitrogênio total ou de nitrato dos compostos. A dinâmica de liberação do nitrogênio, no entanto, pode ser diferente em cada composto, mesmo que os teores desse elemento sejam semelhantes (Bernal *et al.*, 2009). Ainda, é importante se considerar que antibióticos normalmente estão presentes como resíduo no esterco de frango, sendo esse um possível fator de melhor controle da murcha bacteriana comparativamente ao esterco de gado.

Como relatado por Hoitink & Fahy (1986), a supressão de uma variada gama de patógenos de solo decorrente da adubação

com compostos orgânicos foi observada em diversos trabalhos, apresentados naquela revisão. Michel & Mew (1998) obtiveram redução da sobrevivência de *Rs* por meio da aplicação de um composto rico em nitrogênio, assim como os esterco utilizados no presente trabalho. Os autores verificaram que o nitrogênio na forma de uréia, assim que aplicado ao solo, sofria rápidas transformações, passando sequencialmente às formas de amônio, nitrito e nitrato e, assim, com base em experimentos subsequentes, sugeriram que o nitrito, devido ao seu expressivo efeito sobre a sobrevivência de *Rs*, seria a principal forma de nitrogênio responsável pela supressão observada, mesmo se considerando seu curto tempo de existência no solo.

Também em decorrência da aplicação de um composto orgânico, nesse caso excrementos da criação de porcos em suspensão em água, Gorissem *et al.* (2004) verificaram um forte efeito negativo sobre a sobrevivência de *Rs* no solo e sobre a infecção de plantas de batata nele cultivadas após nove semanas. Ainda naquele trabalho, verificou-se, por meio da técnica molecular PCR-DGGE, que a aplicação do composto orgânico induziu mudanças na estrutura das comunidades bacterianas presentes naquele solo, estando, muitos desses organismos, presentes exclusivamente nos solos tratados. Dessa forma, segundo os autores, os resultados indicaram que a supressividade do solo ao patógeno foi potencializada pela aplicação do composto, que pode ter favorecido organismos antagonistas a *Rs*. Corroborando com esses dados, outro trabalho relatou sobrevivência de *Rs* correlacionada negativamente com a diversidade de bactérias do solo, também avaliada pela mesma técnica molecular (Messiha *et al.*, 2007).

Alguns estudos demonstraram que o efeito da aplicação de adubos orgânicos sobre a incidência de doenças pode também estar relacionado à disponibilidade de elementos químicos, tóxicos ou nutrientes, ao patógeno e à planta hospedeira (Huber & Watson, 1960). Nesse contexto, na presente pesquisa, a aplicação de sulfato de amônio em cobertura reduziu significativamente a MB nas cultivares suscetíveis Bintje e Monalisa (Figura 3), mas não na cultivar resistente, Achat. Em

relação à produtividade, somente a cultivar Bintje respondeu positivamente a este tratamento (Figura 3).

O efeito do enxofre sobre o crescimento e o desenvolvimento de microrganismos é amplamente conhecido, assim como os efeitos da disponibilidade e da forma de nitrogênio. Ambos os elementos estão presentes tanto nos adubos orgânicos utilizados no presente estudo, quanto no sulfato de amônio, aplicado em cobertura. Não se descarta, também, a possibilidade de que o fornecimento de nutrientes à planta pelos adubos orgânicos e pelo sulfato de amônio possa ter sido responsável, ao menos em parte, pelo efeito observado. Existem na literatura diversos trabalhos demonstrando, por exemplo, o efeito da nutrição de plantas com nitrogênio sobre a severidade de doenças (Huber & Watson, 1974; Lambert *et al.*, 2005; Huber & Thompson, 2007) e, especificamente, sobre a incidência de *Rs* em tomate (Gallegly & Walker, 1949). Ainda, o fornecimento de enxofre à planta também pode influenciar a sua resistência a doenças (Haneklaus *et al.*, 2007).

Em suma, os presentes resultados evidenciaram redução na incidência de murcha bacteriana nas três cultivares de batata avaliadas, Achat, Bintje e Monalisa, em decorrência da aplicação de esterco de galinha nas doses utilizadas. A redução verificada ocorreu de forma mais acentuada nas cultivares Bintje e Monalisa em comparação à cultivar Achat, que, independentemente da aplicação de esterco, apresentou menor incidência de MB, confirmando sua maior resistência a essa doença. A aplicação em cobertura de sulfato de amônio também reduziu a incidência de murcha bacteriana em 'Bintje' e 'Monalisa' e isso sugere que o efeito supressivo a essa doença, obtido com aplicação do esterco de galinha, seja devido, pelo menos em parte, ao fornecimento de nitrogênio e enxofre ao sistema.

Tabela 1. Teores de nutrientes em esterco avaliados para supressão a *Ralstonia solanacearum* em batata (nutrient content of manures evaluated for *Ralstonia solanacearum* suppression in potato)

	Ca	Mg	N	NO ₃ - g/kg	K	P	S	Cu	Zn	Fe mg/kg	Mn
Esterco de gado	4.4	3.2	12.1	1.1	7.2	9.2	2.2	8.3	3.8	1815.0	11.7
Esterco de galinha	6.9	6.3	12.6	1.3	21.6	1.1	2.9	6.6	22.0	72.3	45.1

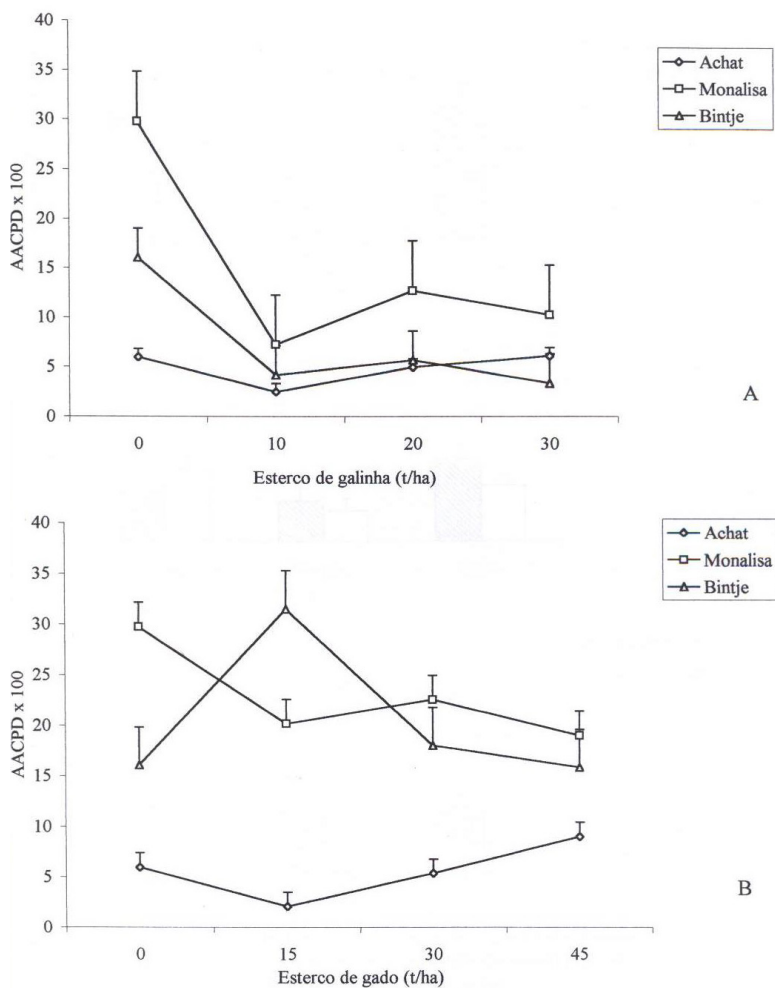


Figura 1. Área abaixo da curva de progresso (AACPD) de marcha bacteriana em cultura de batata submetida à aplicação de diferentes doses de esterco de galinha e de gado (area below the bacterial wilt progress curve in potato crop receiving different levels of chicken and cattle manure)

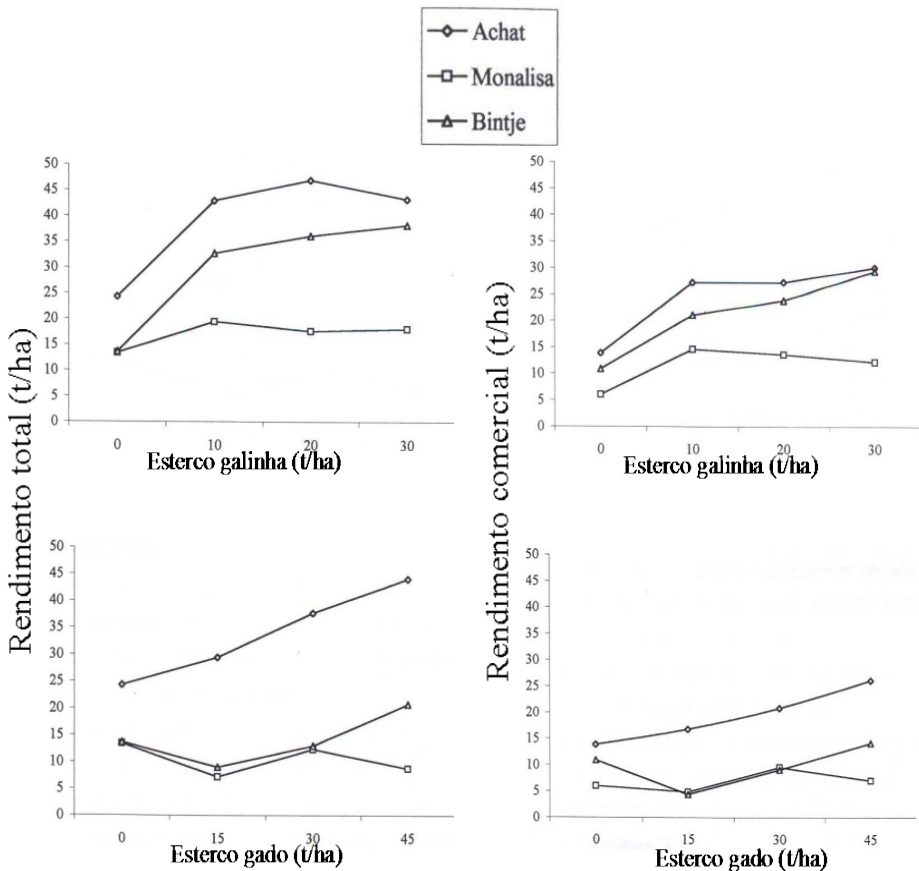


Figura 2. Rendimiento de batata cultivada em solo infestado por *Ralstonia solanacearum* e adubada com diferentes tipos de esterco (yield of potato cultivated in a *Ralstonia solanacearum* infested field receiving different types of manure)

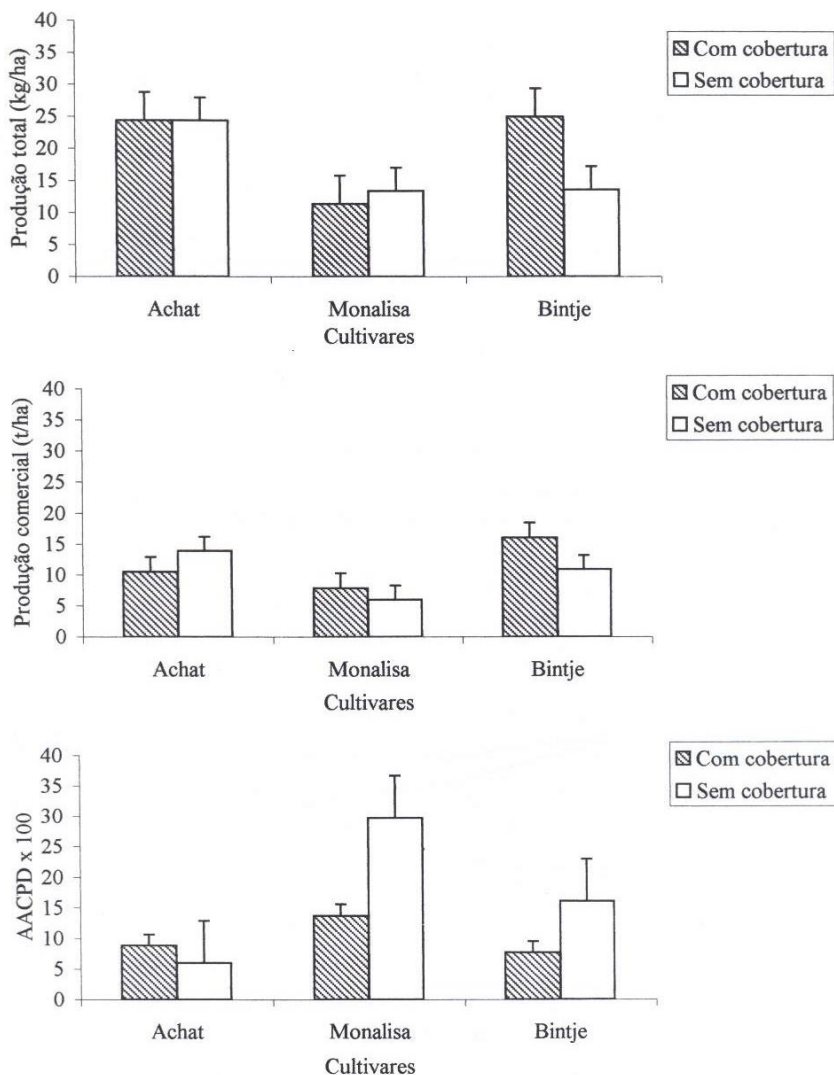


Figura 3. Efeito da adubação com sulfato de amônio em cobertura na produção e na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em cultivares de batata em solo infestado com *Ralstonia solanacearum* (ammonium sulfate top-dressing effect on the production and on the area bellow the disease progress curve (AACPD) in potato cultivars in a *Ralstonia solanacearum* infested soil)

Literatura Citada

Anselmo, B.A.; A.L. Nagpala. 1986. Effect of different kinds and rates of organic fertilizer on the severity of bacterial wilt infection caused by *Pseudomonas solanacearum* on potato. Philippine Journal of Crop Science 11. Supplement 1: 57-57.

Berger, R.D. 1988. Chapter 9. The analysis of effects of control measures on the development of epidemics. pp.137-151 En: Kranz, J.; J. Rotem, (eds). Experimental techniques in plant disease epidemiology. 1th edition. Springer-Verlag, Berlím. 299 p.

Bernal, M.P.; J.A. Albuquerque; R. Moral. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. Bioresource Technology 100(22): 5444-5453.

Fontes, P.C.R. 1997. Preparo do solo, nutrição mineral e adubação da batateira. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil. 42p.

French, E.R. 1994. Chapter 14. Strategies for integrated control of bacterial wilt of potatoes. pp.199-207. En: Hayward, A.C.; G.L. HARTMAN (eds.) Bacterial Wilt: The Disease and its Causative Agent, *Pseudomonas solanacearum*. 1th edition. CAB International, Wallingford. 260 p.

Gallegly, M.E.; J.C. Walker. 1949. Plant nutrition in relation to disease development. V. Bacterial wilt of tomato. American Journal of Botany 36(8): 613-623.

Genin, S.; C. Boucher. 2004. Lessons learned from the genome analysis of *Ralstonia solanacearum*. Annual Review of Phytopathology 42(1): 107-134.

Gorissem, A.; L.S. Overbeek van; J.D. van, Elsas. 2004. Pig slurry reduces the survival of *Ralstonia solanacearum* biovar 2 in soil. Canadian Journal of Microbiology 50(8): 587-593.

Haneklaus, S.; E. Bloem; E. Schnug. 2007. Chapter 8. Sulfur and plant disease. pp.101-118. En: Datnoff, L.E.; W.H. Elmer; D.M. Huber (eds). Mineral nutrition and plant disease. 1th edition. The American Phytopathological Society, Saint Paul. 278 p.

Hayward, A.C. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Annual Review of Phytopathology 29(1): 65-87.

Hayward, A.C. 1994. Chapter 2. The hosts of *Pseudomonas solanacearum*. pp.9-24. En: Hayward, A.C.; G.L. Hartman. (eds.) Bacterial wilt –The disease and its causative agent, *Pseudomonas solanacearum*. 1th edition. CAB Internacional, Wallingford. 260 p.

Hernández, L.; E. Bustamante; G. Rivas; V. Sanchez. 1999. Control biológico de la marchitez bacterial en tomate con el uso de enmiendas orgánicas. Fitopatologia Venezolana 12(1): 2-2.

Hoitink, H.A.J.; P.C. Fahy. 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. Annual Review of Phytopathology 24(1): 93-114.

Huber, D.M. 1994. The influence of mineral nutrition on vegetable diseases. Horticultura Brasileira 12(2): 206-220.

Huber, D.M.; I.A. Thompson. 2007. Chapter 3. Nitrogen and plant disease. pp.31-44. En: Datnoff, L.E.; W.H. Elmer; D.M. Huber (eds) Mineral nutrition and plant disease. 1th edition. The American Phytopathological Society, Saint Paul. 278 p.

Huber, D.M.; R.D. Watson. 1960. Effect of organic amendment on soilborne plant pathogens. Phytopathology 60(1): 22-26.

Huber, D.M.; R.D. Watson. 1974. Nitrogen form and plant disease. Annual Review of Phytopathology 12(1): 139-135.

Kelman, A.; L. Sequeira. 1965. Root-to-root spread of *Pseudomonas solanacearum*. Phytopathology 55(3): 304-309.

Lambert, D.H.; M.L. Powelson; W.R. Stevenson. 2005. Nutritional interactions influencing diseases of potato. American Journal of Potato Research 82(4): 309-319.

Lopes, C.A. 2005. Murchadeira da batata. Primeira edição. Associação Brasileira da Batata (ABBA), Itapetininga. 66p.

Lopes, C.A.; M.M.B. Santos; J.F. Goepfert Junior; P.C. Nogueira. 1990. Condenação de campos de certificação de batata semente pela

murcha bacteriana no Brasil, safra 1986/87. Horticultura Brasileira 8(2): 14-16.

Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. First Edition. Academic Press, London. 674p.

Messiha, N.A.S.; A.H.C. van Bruggen; A.D. van Diepeningen; O.J. de VOS; A.J. Termorshuizen; N.N.A. Tjou-Tam-Sin. 2007. Potato brown rot incidente and severity under different management and amendment regimes in different soil types. European Journal of Plant Pathology 119(4): 367-381.

Michel, V.V.; T.W. Mew. 1998. Effect of a soil amendment on the survival of *Ralstonia solanacearum* in different soils. Phytopathology 88(4): 300-305.

Nishijima, M.L. 1997. Efeito de antibacterianos no controle de *Ralstonia solanacearum* em tomateiro. Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. 83p.

Silveira, J.R.P.; V. Duarte; M.G. Morais; C.A. Lopes; J.M. Fernandes; V. Barni; J.L.N. Maciel. 2007. Epidemiological analysis of clones and cultivars of potato in soil naturally infested with *Ralstonia solanacearum* Biovar 2. Fitopatologia Brasileira 32(3): 181-188.

Takatsu, A.; C.A. Lopes. 1997. Murcha-bacteriana em hortaliças: avanços científicos e perspectivas de controle. Horticultura Brasileira 15(3): 170-177.