

## BIOLOGICAL CONTROL

### Cinética da Esporulação e Viabilidade de Conídios de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson sobre Cadáveres da Lagarta-da-Soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), em Condições de Campo

EDISON R. SUJII<sup>1</sup>, VANESSA A. CARVALHO<sup>2</sup> E MYRIAN S. TIGANO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, C. postal 02372, 70849.970, Brasília, DF

<sup>2</sup>Bolsista de iniciação científica do CNPq

*Neotropical Entomology* 31(1): 085-090 (2002)

Sporulation Kinetics and Conidial Viability of *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson on Cadavers of the Velvetbean Caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lep.: Noctuidae) in the Field

**ABSTRACT** – The entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson produces epizootics on populations of the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, resulting in its natural control. However, sometimes this phenomenon does not occur soon enough to prevent pest population outbreaks and damage to the crop. Observations of *N. rileyi* conidial production on the surface of *A. gemmatalis* cadavers in the field showed that high relative humidity and precipitation determine the sporulation dynamics. In fact, initiation of sporulation is delayed and conidia production is reduced when *A. gemmatalis* cadavers infected with *N. rileyi* are exposed to water stress (relative humidity 25-30%) in the laboratory. Field observations also demonstrated that *N. rileyi* conidial viability remain high (>75% germination) until 10 days on *A. gemmatalis* cadaver surface, acting as an inoculum source for this period.

**KEY WORDS:** Insecta, entomopathogenic fungi, biological control, epizootic, soybean pest.

**RESUMO** – O fungo entomopatogênico *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson pode produzir epizootias em populações de lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, controlando essa praga naturalmente. No entanto, o fenômeno nem sempre ocorre a tempo de evitar que populações de *A. gemmatalis* atinjam o nível de dano econômico na cultura. Observações sobre a produção de conídios em cadáveres de *A. gemmatalis* em condições de campo mostraram que alta umidade relativa e precipitação são fatores determinantes na cinética da esporulação do fungo *in vivo*. O início da esporulação foi retardado e a produção de conídios diminuída quando cadáveres de *A. gemmatalis* infectados com *N. rileyi* foram submetidos a períodos longos de estresse hídrico (umidade relativa de 25-30%). Observações no campo também demonstraram que a viabilidade de conídios de *N. rileyi* pode permanecer elevada (>75% germinação) por períodos de até 10 dias na superfície de cadáveres, servindo como fonte de inóculo durante esse período.

**PALAVRAS-CHAVE:** Insecta, fungo entomopatogênico, controle biológico, epizootia, praga da soja.

O fungo entomopatogênico *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson é um agente de controle biológico de lepidópteros-praga de diversas culturas. Existem cerca de 30 espécies de lepidópteros já registradas como suscetíveis a *N. rileyi*, sendo que as lagartas da família Noctuidae estão entre as mais sensíveis ao patógeno (Ignoffo *et al.* 1976). Sob certas condições ambientais, o fungo é capaz de produzir epizootias, podendo reduzir drasticamente populações de pragas, como relatado nos EUA, Brasil, Argentina e Austrália (Corrêa & Smith 1975, Carner 1980, Ignoffo 1981, Lecuona 1990).

A consistência de ocorrência e os altos índices de controle natural obtidos fazem de *N. rileyi* um candidato promissor

aos programas de manejo integrado de pragas. No Brasil, dentre os hospedeiros suscetíveis, destaca-se *Anticarsia gemmatalis* Hübner, praga importante da cultura de soja (Kogan *et al.* 1977). Na região do Distrito Federal, *N. rileyi* pode causar epizootias em populações de *A. gemmatalis* (Faria *et al.* 1993). No entanto, o fenômeno nem sempre ocorre a tempo de evitar que as populações da praga atinjam o nível de dano econômico (Tigano-Milani *et al.* 1995).

Os modelos matemáticos que simulam a dinâmica populacional de insetos-praga e o seu impacto na produção têm sido largamente utilizados, principalmente em culturas anuais como a soja (Mishoe *et al.* 1984, Nagarajan *et al.*

1994, Gazzoni *et al.* 1998). Kish & Allen (1978) descreveram um modelo para simular a ocorrência de *N. rileyi* em populações de *A. gemmatalis* na Flórida, EUA. Nesse modelo, a produção de conídios a partir de cadáveres do hospedeiro é fator determinante no potencial de inóculo e na disseminação da doença.

O presente trabalho teve por objetivo conhecer a ação dos fatores ambientais na cinética de esporulação *in vivo* de *N. rileyi*, visando subsidiar o desenvolvimento de um modelo para simulação da ocorrência deste fungo em condições encontradas em regiões produtoras de soja no Brasil.

### Material e Métodos

**Local de Estudo.** Os experimentos foram realizados nos laboratórios da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília – DF, e no campo experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina - DF. Os estudos no campo foram conduzidos em um plantio de soja, variedade Milena, semeada em 27 de novembro de 1999, com espaçamento de 0,45 m entre linhas e seis a oito plantas por metro. As condições climáticas foram monitoradas através da Estação Meteorológica da Embrapa Cerrados. Fatores microclimáticos ao nível do dossel das plantas foram monitorados através de uma mini-estação meteorológica instalada na área experimental.

**Cultivo *in Vitro* de *N. rileyi*.** Foi utilizado o isolado CG 859 de *N. rileyi* da Coleção de Culturas de Fungos Agentes de Controle Biológico da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, obtido de *A. gemmatalis* na região do Distrito Federal em janeiro de 1999. Esse isolado foi cultivado em placas de Petri contendo Sabouraud maltose agar adicionado de 2% de extrato de levedura (SMAY), a 26°C até a completa esporulação.

**Cultivo *in Vivo* de *N. rileyi*.** Lagartas de *A. gemmatalis* de segundo e terceiro estágio, obtidas da criação massal em laboratório (ver Hoffman-Campo *et al.* 1985) foram selecionadas. Conídios secos do isolado CG 859 produzidos *in vitro* foram polvilhados com auxílio de um pincel sobre as lagartas em uma câmara de inoculação (recipiente plástico de 500 ml). As lagartas permaneceram por 1h em um pote plástico de 500 ml onde o fungo era polvilhado sobre as lagartas (câmara de inoculação), e depois aproximadamente 100 lagartas foram transferidas para recipientes plásticos de 200 ml contendo dieta artificial de *A. gemmatalis*, sem os inibidores de fungo ácido ascórbico, ácido sórbico e nipagin (Hoffman-Campo *et al.* 1985). Após 24h, as lagartas foram transferidas para outros recipientes contendo dieta artificial normal, onde permaneceram até a obtenção dos cadáveres (terceiro a quinto estágio) em um período de 6-7 dias. As lagartas foram mantidas em todas as fases do processo de infecção à temperatura de  $26 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidade relativa (U.R.) acima de 90% em incubadoras.

**Produção de Conídios de *N. rileyi in Vivo* em Condições de Campo.** Cadáveres de 3º a 5º estágio de *A. gemmatalis* produzidos em laboratório e recobertos de micélio de *N. rileyi* foram instalados artificialmente no campo experimental de soja, em doze datas no período de 13 de janeiro a 4 de

fevereiro de 2000, com intervalos de um a três dias. A cada data foram instalados de dois a seis lotes de 10-15 cadáveres de acordo com a disponibilidade de insetos infectados em laboratório. Alfinetes entomológicos com um pedaço de isopor na ponta foram usados para fixar os cadáveres na quarta haste a partir da base das plantas de soja, sendo um cadáver por planta. Os cadáveres foram observados diariamente até o surgimento de áreas macroscopicamente visíveis de conídios verdes. A partir do início da esporulação, uma repetição foi avaliada diariamente por um período que variou de dois a seis dias. A avaliação da cinética da esporulação de *N. rileyi in vivo* iniciou 24h após a instalação dos cadáveres de *A. gemmatalis* no campo, visando dar tempo à padronização do crescimento do micélio na superfície dos cadáveres.

O nível de esporulação foi avaliado segundo uma classificação visual em quatro classes: inicial, média, alta e total. As lagartas foram incluídas no nível de esporulação inicial quando havia poucos conídios em um ponto do corpo ou em poucos pontos dispersos. No nível de esporulação média, as áreas recobertas por conídios foram-se unindo, cobrindo por pelo menos 30% do corpo da lagarta. No nível de esporulação alta, as lagartas apresentaram toda a superfície do corpo recoberta por conídios. O nível de esporulação total foi considerado quando os conídios produzidos em grande quantidade formaram um halo em volta do cadáver. A percentagem de cadáveres em cada nível de esporulação foi avaliada para diferentes datas de transferência dos cadáveres para o campo de soja, sendo comparadas quanto ao tempo para o início da esporulação e ao progresso na produção de conídios. O número médio de conídios por classe de esporulação foi estimado através da contagem, com o uso de um hemacitômetro, da suspensão em 0,1% de Tween de conídios obtidos em 10 cadáveres escolhidos ao acaso em cada classe. Visando padronizar os resultados, foi calculada a produção de conídios por peso (mg) do cadáver. Foram feitas comparações entre a produção de conídios *in vivo* observada em campo e simulada segundo o modelo desenvolvido por Kish & Allen (1978), considerando as condições meteorológicas do período.

A cinética da esporulação (início e intensidade da esporulação) de *N. rileyi* no campo foi relacionada graficamente com fatores climáticos como tempo diário em h com umidade relativa acima de 80% e precipitação.

**Produção de Conídios de *N. rileyi in Vivo* em Condições Controladas.** Visando conhecer o efeito da dessecação de cadáveres de *A. gemmatalis* na esporulação *in vivo* de *N. rileyi*, foi realizado um experimento em condições controladas de laboratório. Grupos de dezessete a trinta cadáveres de 3º a 5º estágio infectados com *N. rileyi* e recobertos por micélio foram depositados em placas de Petri, sobre papel filtro. Os tratamentos foram mantidos a  $26 \pm 2^\circ\text{C}$  e U.R. de 26-30% por quatro, oito, 12, 24 e 36 dias dentro de dessecadores nas incubadoras. A U.R. foi mantida forrando-se o fundo do dessecador com cerca de 3 cm de sílica gel, onde eram mantidas as placas de Petri com os cadáveres. Finalizado o tempo determinado, os cadáveres foram transferidos para condições de U.R. próxima à saturação (>90%), sendo avaliados diariamente quanto ao desenvolvimento de

esporulação de *N. rileyi*, utilizando a mesma classificação visual descrita acima. A testemunha foi mantida a 26°C em U.R. próxima à saturação, e avaliada diariamente até atingir o nível de esporulação total. A condição de saturação de umidade (>90%) foi obtida enchendo-se o fundo de outro grupo de dessecadores com água. O tempo para o início da esporulação e a produção de conídios foi comparado por modelos lineares (Snedecor & Cochran 1980, Kuo *et al.* 1992), para os diferentes períodos de baixa U.R. O efeito da exposição à baixa U.R. na cinética de produção de conídios de *N. rileyi* em cadáveres de *A. gemmatalis* foi comparado graficamente.

**Viabilidade de Conídios de *N. rileyi* em Condições de Campo.** Trinta e nove cadáveres de 3° a 5° estágio de *A. gemmatalis* produzidos em laboratório e recobertos com micélio de *N. rileyi* foram alfinetados em plantas de soja conforme metodologia descrita no item anterior. Os cadáveres foram levados ao campo nos dias 11, 17 e 18 de fevereiro de 2000, e retirados quando recobertos por conídios na superfície, após um período que variou de seis a 34 dias de exposição em condições de campo. Para determinar a viabilidade, 200 µl de uma suspensão de conídios em 0,1% de Tween 80 (aproximadamente 1x10<sup>6</sup> conídios/ml) foram espalhados em placa de Petri contendo SMAY, adicionado de 0,01% de antibiótico. A viabilidade foi estimada por contagem em microscópio óptico da porcentagem de germinação de conídios após 24h. Cem conídios foram contados em quatro campos microscópicos de observação.

## Resultados e Discussão

O início da esporulação de *N. rileyi in vivo* foi observado entre dois e seis dias, 24h após a introdução dos cadáveres no campo (Tabela 1). O desenvolvimento dos conidióforos de *N. rileyi* na superfície do cadáver de *A. gemmatalis* pode ocorrer 48h após a morte da lagarta (Boucias & Pendland 1982). A formação de conidióforos independe das condições ambientais, desde que o cadáver não tenha sido submetido à dessecação rapidamente após a morte do hospedeiro (Kish & Allen 1978).

Em 10 das 12 datas de instalação de cadáveres de *A. gemmatalis* no campo, todos os indivíduos apresentaram produção de esporos de *N. rileyi*, sendo que foi observada uma grande variação no nível de esporulação em resposta às variações na umidade relativa e precipitação (Fig. 1). Nenhum lote, entre aqueles instalados em diferentes datas, alcançou a taxa de 100% dos indivíduos no nível de esporulação total, durante o período observado (Tabela 1, Fig. 1). Estes resultados diferem daqueles obtidos por outros autores em condições de laboratório, onde o processo de esporulação de *N. rileyi* se inicia um dia após a formação de micélio na superfície do cadáver do hospedeiro, e se completa (atingindo o nível de esporulação total) em três dias após a morte da lagarta (Ignoffo *et al.* 1976, Kish & Allen 1978). Por outro lado, em cadáveres de *Heliothis virescens* Fabr. colocados artificialmente sobre a superfície do solo na base de plantas de soja, a esporulação de *N. rileyi* foi evidente entre sete e 14 dias após a morte da lagarta (Sprenkel & Brooks 1977).

Tabela 1. Esporulação de *N. rileyi* em cadáveres de *A. gemmatalis*, infectados em laboratório e transferidos para campo de soja no Distrito Federal, em janeiro e fevereiro de 1999/2000.

Data da transferência dos cadáveres	Início da esporulação (dias)	Avaliação final da esporulação <sup>1</sup> (dias)	Nível de esporulação <sup>2</sup> (% de cadáveres)				Produção de conídios observada no campo <sup>3</sup> (x 10 <sup>5</sup> conídios/mg cadáver)	Produção simulada de conídios <sup>4</sup> (x 10 <sup>5</sup> conídios/mg cadáver)	
			SE	Início	Médio	Alto			Total
13 jan.	5	6	34	33	-	33	-	6,4	38,0
19 jan.	3	5	-	-	100	-	-	8,2	70,1
20 jan.	2	5	-	-	8	84	8	20,4	63,4
21 jan.	1	4	-	-	8	77	15	24,3	64,3
24 jan.	1	4	-	17	66	17	-	8,7	70,1
25 jan.	1	4	-	57	36	7	-	5,5	65,9
26 jan.	2	4	20	80	-	-	-	2,0	52,6
27 jan.	2	7	-	-	22	44	33	32,6	43,8
28 jan.	3	8	-	8	8	36	48	38,9	38,0
31 jan.	3	8	-	50	-	17	33	27,4	46,8
02 fev.	2	7	-	-	22	22	56	44,5	47,7
03 fev.	1	6	-	-	-	25	75	56,7	52,7

<sup>1</sup> Número de dias para a retirada da última repetição do lote a partir da transferência dos cadáveres para o campo

<sup>2</sup> Porcentagem de cadáveres por nível de esporulação de *N. rileyi*. SE = Sem esporulação

<sup>3</sup> No dia da avaliação final da esporulação

<sup>4</sup> Produção calculada pelo modelo de Kish & Allen (1978) no 4° dia após a morte das lagartas

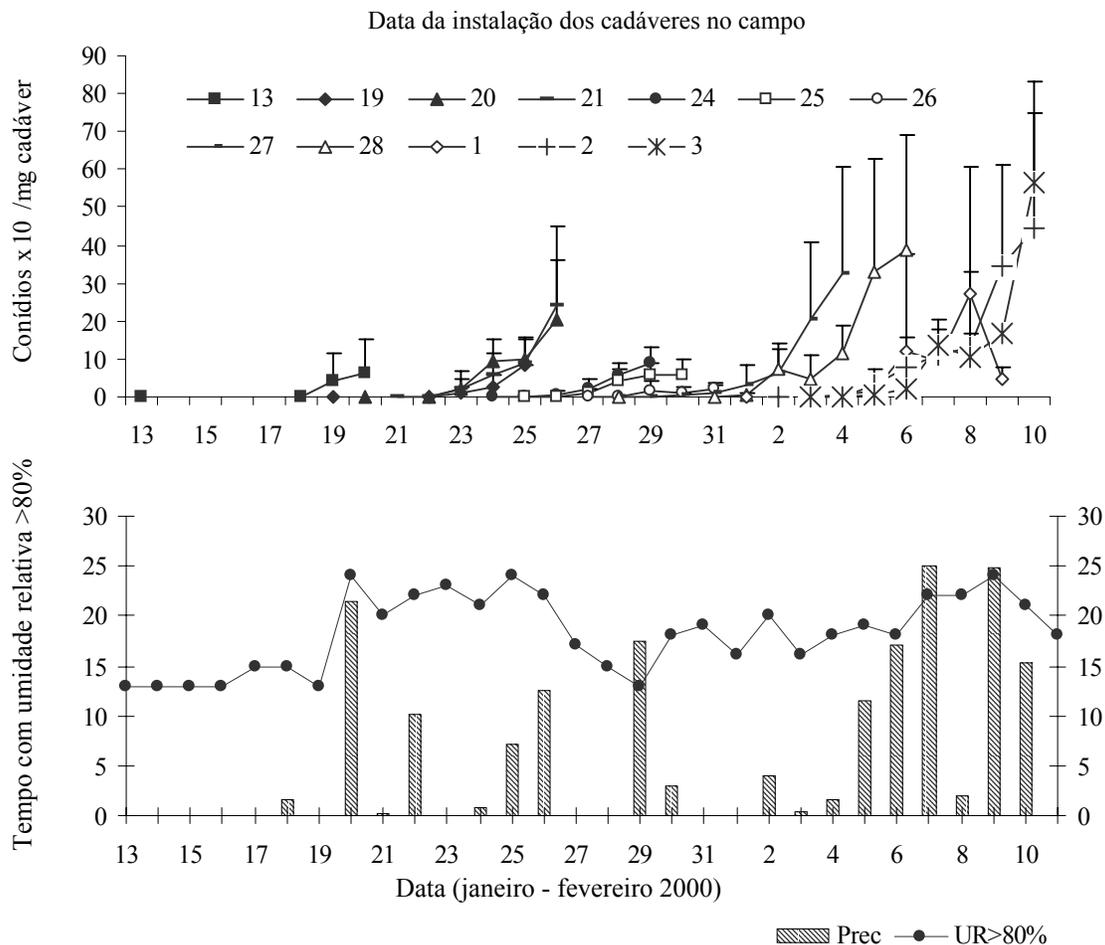


Figura 1. Dinâmica da produção de conídios de *N. rileyi* em cadáveres de *A. gemmatalis* em plantas de soja.

A relação entre os níveis de esporulação e a quantidade de conídios produzidos por mg de cadáver demonstrou que não ocorre sobreposição dos diferentes níveis estabelecidos (Tabela 2). Portanto, as avaliações feitas visualmente mostraram-se eficientes para inferir a quantidade de conídios de *N. rileyi* produzidos em cadáveres de *A. gemmatalis*. A quantificação dos conídios produzidos em relação à classificação visual permitiu estimar a produção de conídios no campo (Tabela 1). Comparando a produção de conídios observada em condições de campo com o cálculo da produção esperada utilizando o modelo proposto por Kish & Allen (1978), pode-se observar que a quantidade de conídios foi superestimada pelo modelo, na maioria dos casos (Tabela 1). Essa diferença pode estar relacionada ao fato de se ter tido poucas repetições para monitorar a evolução da produção de conídios, ou à ocorrência de períodos prolongados de baixa U.R. e sem precipitação (Fig. 1). Kish & Allen (1978) observaram que a ocorrência de chuvas e U.R. acima de 80% favoreceu a produção de conídios de *N. rileyi* em cadáveres de *A. gemmatalis*. Neste trabalho observou-se que a ocorrência de chuvas e a U.R. > 80% por mais de 16h influenciam positivamente o início da esporulação e a produção de conídios (Fig. 1). A ocorrência de 22 mm de chuva no dia 20 de janeiro criou condições favoráveis para a

esporulação. No entanto, não foi possível observar seu efeito devido à falta de cadáveres no campo nessa data e nos dias subsequentes. Ao contrário, a ocorrência de períodos sem precipitação e com menos de 16h de U.R. > 80% retardaram o início da esporulação e reduziram a produção de conídios após o início da esporulação (Fig. 1).

Tabela 2. Produção de conídios de *N. rileyi* em cadáveres de *A. gemmatalis* infectados em laboratório e mantidos no campo em plantas de soja após a morte das lagartas.

Nível de esporulação	Peso do cadáver em mg (média ± desvio padrão)	Conídios/mg de lagarta (média ± desvio padrão)
Inicial	60,1 ± 32,27	2,5 x 10 <sup>5</sup> ± 1,94
Médio	50,0 ± 33,54	8,2 x 10 <sup>5</sup> ± 0,89
Alto	32,9 ± 11,78	16,7 x 10 <sup>5</sup> ± 0,39
Total	37,2 ± 18,71	70,1 x 10 <sup>5</sup> ± 1,25

Os dados obtidos em condições controladas de laboratório comprovaram os resultados observados em campo. A exposição de cadáveres de *A. gemmatalis* a períodos crescentes (quatro a 36 dias) de estresse hídrico (25-30% de U.R.) retardou o início da esporulação e reduziu a quantidade de conídios de *N. rileyi* produzidos na superfície dos cadáveres (Fig. 2). A falta de condições constantes de alta U.R. (>90%) aumentou bruscamente o tempo para o início da esporulação de dois para três dias, após o qual houve um aumento progressivo do tempo, até cerca de seis dias em função do período de estresse hídrico (Fig. 2A). Da mesma forma, a produção de conídios caiu a uma taxa linear de cerca de 20% a cada 12 dias de estresse hídrico, a partir de um potencial máximo inicial de  $6,7 \times 10^6$  conídios por mg de cadáver (Fig. 2B). O período de estresse hídrico cria um gradiente de resposta no tempo de produção e na quantidade total de conídios, quando as condições favoráveis de alta U.R. retornam (Fig. 3). Esses dados indicam que a ocorrência de veranicos (períodos sem precipitação durante a estação chuvosa) de sete a 14 dias, comuns na região do DF, retardam a ocorrência de epizootias de *N. rileyi* em populações de *A. gemmatalis* através do atraso do início da esporulação do fungo sobre os cadáveres, e da redução na produção de conídios. Segundo Pendland (1982), em cadáveres de *A. gemmatalis* mantidos secos por até três meses, foram observadas estruturas de resistência de *N. rileyi* e a produção de conídios ocorreu após a rehidratação dos mesmos.

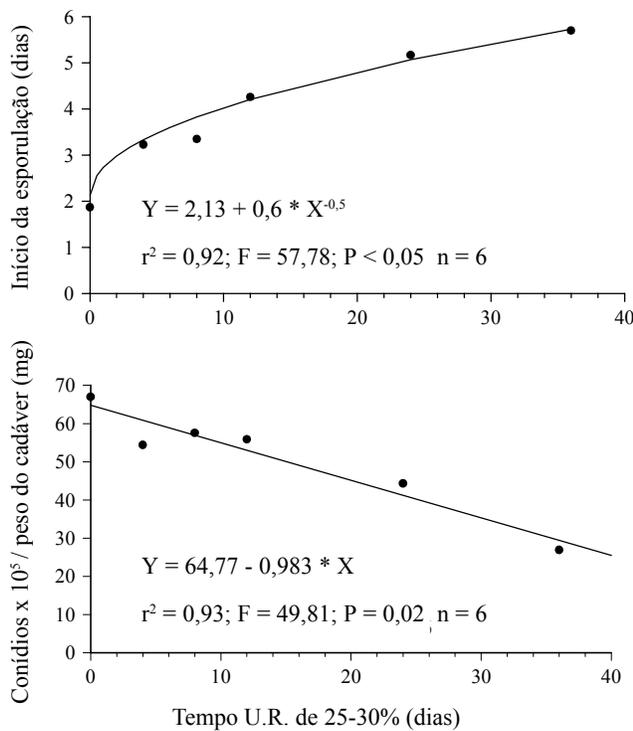


Figura 2. Esporulação de *N. rileyi* em cadáveres de *A. gemmatalis* em condições de alta umidade relativa (>90%) a  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ , após períodos variáveis de exposição a baixa umidade relativa (26-30%). (A) Início da esporulação, (B) Produção de conídios (  $\times 10^5$  conídios  $\cdot \text{mg}^{-1}$  do cadáver).

Quanto à viabilidade de conídios de *N. rileyi*, os resultados obtidos mostraram que aproximadamente 75% dos conídios foram capazes de germinar após permanecerem sobre a superfície do cadáver até 10 dias em condições de campo (Fig. 4). No entanto, entre 10 e 20 dias em condições de campo, ocorreu uma brusca redução na viabilidade dos conídios mantidos sobre os cadáveres, pois a taxa de germinação caiu para aproximadamente 20% (Fig. 4). Esses resultados comprovam que os conídios na superfície dos cadáveres são capazes de resistir às variações ambientais no

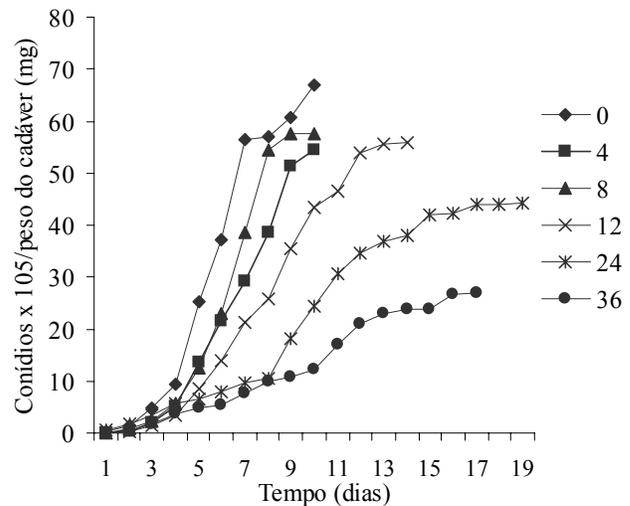


Figura 3. Produção de conídios de *N. rileyi* em cadáveres de *A. gemmatalis* em condições de alta umidade relativa (>90%) a  $26^\circ\text{C}$ , após períodos variáveis de exposição a baixa umidade relativa (26-30%).

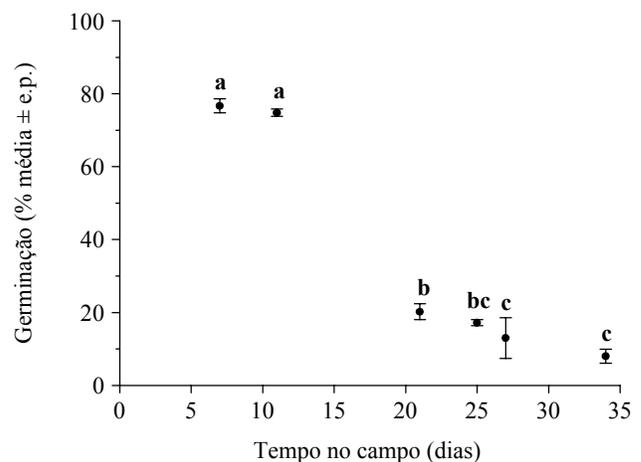


Figura 4. Viabilidade de conídios de *N. rileyi* sobre cadáveres de *A. gemmatalis* introduzidos entre o dossel de folhas em campo de soja na região do Distrito Federal, com relação ao tempo de exposição às condições de campo. As letras sobre os pontos indicam as diferenças pelo teste de Student-Newman-Keuls ( $P \leq 0,05$ ). ANOVA  $F = 227,2; \text{g.l.} = 38, P < 0,001$ .

campo, germinando em taxas elevadas e atuando como fonte de inóculo, por períodos de 10 dias. Este período é maior que o período de um dia proposto por Kish & Allen (1978) para a viabilidade dos conídios e influencia o modelo da dinâmica da epizootia, atuando sobre a densidade de conídios viáveis presente no ambiente, e conseqüentemente na taxa de infecção do hospedeiro ao longo do tempo.

Conídios viáveis em condições de campo também podem ser responsáveis pela sobrevivência do fungo de um ciclo para outro de soja. Sprenkel & Brooks (1975) mostraram que em cadáveres mantidos a 27°C na superfície do solo, conídios de *N. rileyi* podem permanecer infectivos na superfície dos cadáveres por pelo menos 256 dias. Embora a infectividade residual dos conídios seja de apenas 0,1%, após 250 dias de exposição às condições ambientais, a quantidade de conídios viáveis é suficiente para iniciar uma nova epizootia no ano seguinte (Ignoffo et al. 1978).

Os resultados obtidos neste estudo serão utilizados no desenvolvimento de um modelo para simular a ocorrência de *N. rileyi* em populações brasileiras de *A. gemmatalis*.

### Agradecimentos

Agradecemos a Ana Cristina O. Teixeira, Rômulo R. Santana e Rosângela T. Tiago pela colaboração durante a coleta dos dados e Daniel Sosa-Gomes pela revisão do manuscrito. Este trabalho recebeu apoio financeiro da Embrapa, FAP-DF, PRONEX e CNPq.

### Literatura Citada

- Boucias, D.G. & J.C. Pendland. 1982.** Ultrastructural studies on the fungus, *Nomuraea rileyi*, infecting the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis*. J. Invert. Pathol. 39: 338-345.
- Carner, G.R. 1980.** Sampling pathogens of soybean insect pests, p. 559-574. In M. Kogan & D.C. Herzog (ed.), Sampling methods in soybean entomology. New York, Springer-Verlag, 587p.
- Corrêa, B.S. & J.G. Smith. 1975.** *Nomuraea rileyi* attacking the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* Hubner, in Paraná. Fla. Entomol. 58: 280.
- Faria, M.R., M.S. Tigano-Milani & R.E. Lecuona. 1993.** Incidência natural de *Nomuraea rileyi* Farlow em população de *Anticarsia gemmatalis* Hübner no Distrito Federal. An. Soc. Entomol. Brasil 22: 385-388.
- Gazzoni, D.L., M. Pedroso Junior, F. Garagorry & F. Moscardi. 1998.** Mathematical simulation model of the velvetbean caterpillar. Pesq. Agropec. Bras. 33: 385-396.
- Hoffmann-Campo, C.B., E.B. Oliveira & F. Moscardi. 1985.** Criação massal da lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis*. Documentos 10. Londrina, Embrapa CNPq, 23 p.
- Ignoffo, C.M. 1981.** The fungus *Nomuraea rileyi* as a microbial insecticide, p. 513-538. In H.D. Burgers (ed.), Microbial control of pests and plant diseases: 1970-1980. London, Academic Press, 949p.
- Ignoffo, C.M., B. Puttler, D.L. Hostetter & W.A. Dickerson. 1976.** Susceptibility of the cabbage looper, *Trichoplusia ni*, and the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis*, to several isolates of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi*. J. Invert. Pathol. 28: 259-262.
- Kish, L.P. & G.E. Allen. 1978.** The biology and ecology of *Nomuraea rileyi* and a program for predicting its incidence on *Anticarsia gemmatalis* in soybean. Univ. Fla. Agric. Exp. Stn. Tech. Bull. 795: 1-58.
- Kogan, M., S.G. Turnipseed, M. Shepard, E.B. de Oliveira & A. Borgo. 1977.** Pilot insect pest management program for soybean in southern Brazil. J. Econ. Entomol. 70: 659-663.
- Kuo, J., E. Fox & S. MacDonald. 1992.** Sigmapat: statistical software for working scientists. Users manual. San Francisco, Jandel Scientific, s.p.
- Lecuona, R.E. 1990.** El control microbiano como regulador poblacional de insectos plagas. INTA. Ser. Agric. Sostén. 4, 24p.
- Mishoe, J.W., J.W. Jones, D.P. Swaney & G.G. Wilkerson. 1984.** Using crop and pest models for management applications. Agric. Syst. 15: 153-170.
- Nagarajan, K., R.J. O'Neil, C.R. Edwards & J. Lowenberg-Deboer. 1994.** Indiana soybean system model (ISSM): I Crop model adaptation. Agric. Syst. 43: 357-379.
- Pendland, J.C. 1982.** Resistant structures in the entomogenous hyphomycete, *Nomuraea rileyi*: an ultrastructural study. Can. J. Bot. 60: 1569-1576.
- Snedecor, G.W. & W.G. Cochran. 1980.** Statistical methods. 7<sup>o</sup> ed. Iowa State University, Iowa, 507p.
- Sprenkel, R.K. & W.M. Brooks. 1975.** Artificial dissemination and epizootic initiation of *Nomuraea rileyi*, an entomogenous fungus of lepidopterous pests of soybean. J. Econ. Entomol. 68: 847-851.
- Sprenkel, R.K. & W.M. Brooks. 1977.** Winter survival of the entomogenous fungus *Nomuraea rileyi* in North Carolina. J. Invertebr. Pathol. 29: 262-266.
- Tigano-Milani, M.S., M. Faria, R.E. Lecuona, M.R. Sartori, E.Y. Arima & B.M. Diaz. 1995.** Análise de patogenicidade e germinação do fungo *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson isolado no Distrito Federal. An. Soc. Entomol. Brasil 24: 53-60.