



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Estimativa do pico populacional de mariposas de *Spodoptera frugiperda* coletadas em armadilhas automáticas através de variáveis agrometeorológicas



Rodrigo Y. Tsukahara¹; José Prestes Neto²; Edson G. Kochinski³; Elderson Ruthes⁴, Paulo Gallo⁵,
Adriana Micheli⁶

¹ Eng. Agrônomo, Coordenador de Pesquisa, Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR, Fone (42)3233-8600
rodrigo@fundacaoabc.org.br

² Eng. Agrônomo, Pesquisador, Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR, jose.neto@fundacaoabc.org.br

³ Eng. Agrônomo, Pesquisador, Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR, giovanni@fundacaoabc.org.br

⁴ Eng. Agrônomo, Coordenador de Pesquisa, Entomologia, Fundação ABC, Castro – PR, elderson@fundacaoabc.org.br

⁵ Biólogo, Pesquisador, Entomologia, Fundação ABC, Castro – PR, gallo@fundacaoabc.org.br

⁶ Bióloga, Coordenadora de Pesquisa, LABEF, Fundação ABC, Castro – PR, adriana@fundacaoabc.org.br

RESUMO: A lagarta do cartucho (*Spodopterafrugiperda*) continua sendo a praga-chave no milho, causando prejuízos em praticamente todos os estádios de crescimento. Em contraponto, a flutuação populacional ao longo do ciclo de cultivo do milho resulta na necessidade de amostrar frequentemente o número de indivíduos e classificar seus instares de crescimento, de modo a otimizar as pulverizações com inseticidas. O objetivo deste estudo foi identificar as variáveis agrometeorológicas relacionadas com o número de mariposas da lagarta do cartucho coletadas em armadilhas automáticas e propor um algoritmo para estimativa do pico populacional para a região das Cooperativas ABC. As armadilhas automáticas tipo delta, compostas por 4 câmaras de 2 megapixels, foram iscadas com feromônio do grupo químico dos acetatos e instaladas a 1,6 metros de altura, com abertura no sentido norte-sul, nos campos experimentais de Arapoti, Castro, Ponta Grossa e Tibagi/PR. O critério para obtenção do pico populacional adotado consistiu na identificação visual e posterior confirmação em laboratório de 4 mariposas por dia. Os registros agrometeorológicos medidos em condição padrão foram sumarizados em intervalos de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45 dias antes, combinados com 0, 5 e 10 dias após o pico populacional. A regressão com intervalo de 20 e 15 dias antes até a data do pico populacional apresentou ajustes $R^2 = 0,93$ e $0,99$ e REQM = $0,98$ e $0,31$ mariposas respectivamente, através das variáveis independentes velocidade máxima do vento e temperatura máxima do ar. O intervalo entre 5 dias antes e 5 dias após o pico populacional resultou em $R^2 = 0,86$ e REQM = $1,48$ mariposas, através da adição da variável temperatura mínima do ar. A umidade relativa do ar correlacionou de forma positiva com o pico populacional. Estudos complementares estão sendo conduzidos para avaliar as estimativas do pico populacional de mariposas de *S. frugiperda*.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, manejo integrado de pragas, amostragem.

Estimate of peak population moth *Spodopterafrugiperda* collected in automatic traps through agrometeorological variables

ABSTRACT: The fall armyworm (*Spodopterafrugiperda*) remains the key-pest of maize, causing losses in all growth stages. In contrast, the variability of population along the grow season results in the need to frequently sampled the number of individuals, and sort your instar of growth, to optimize the insecticide sprays. The objective of this study was to identify the agrometeorological variables related to the number of armyworm moths collected in the automatic traps and propose an algorithm to estimate the peak population in ABC Cooperatives region. Automatic type delta traps, consisting of four cameras with 2-megapixel were baited with pheromone chemical group of acetates and installed 1.6 meters high, with opening in the north-south direction, at the experimental fields of Arapoti, Castro, Ponta Grossa

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

and Tibagi, Parana State. The criterion for obtaining the population peak adopted was the visual identification and subsequent laboratory confirmation of four moths per day. The agrometeorological records measured in standard condition were summarized in intervals of 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 and 45 days before, combined with 0, 5 and 10 days after the peak population. Regression with an interval of 20 and 15 days prior to the date of peak population showed $R^2 = 0.93$ and 0.99 and $RMSE = 0.98$ and 0.31 settings moths respectively, through independent variables maximum wind speed and maximum air temperature. The range of 5 days before and 5 days after the peak population resulted in $R^2 = 0.86$ and $RMSE = 1.48$ moths, by adding the variable minimum air temperature. The relative humidity correlated positively with the population peak. Additional studies are being conducted to evaluate the estimates of population peak moths of *S. frugiperda*.

KEYWORDS: *Zea mays*, integrated pest management, sampling.

INTRODUÇÃO

A lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) pode ser considerada a praga de maior importância para as regiões produtoras de milho no Brasil, devido a sua capacidade de causar perdas significativas de produtividade, em função do genótipo, do nível de dano e do estágio de crescimento das plantas. Segundo Cruz, (2007), o controle desta lagarta está normalmente associado ao uso de inseticidas químicos, que por sua vez deveriam ter como base as práticas de monitoramento e identificação do nível de dano econômico, como uma forma de maximizar a eficiência no controle e reduzir o risco de seleção de indivíduos resistentes aos inseticidas.

Através do uso de técnicas de monitoramento de insetos de forma sistemática, torna-se possível tanto o conhecimento sobre a flutuação populacional de determinada praga ou inimigo natural, dentro de uma safra ou entre safras distintas, quanto a identificação das variáveis agrônomicas e ambientais que interferem sobre o número de indivíduos, sua taxa de crescimento e número de gerações (Arioli, Carvalho e Botton, 2005; Carneiro, 2008).

Por outro lado, a dificuldade dos agricultores e seus assistentes técnicos em estabelecer rotinas de amostragens sistemáticas no tempo e no espaço está relacionada a questões como a disponibilidade de mão de obra qualificada (pragueiro), tempo necessário para a realização dos panos de batida, custo dos inseticidas químicos, uso crescente de produtos biológicos.

Uma forma alternativa de atender esta problemática está associada ao uso de armadilhas automáticas iscadas com feromônios, associadas ao uso de técnicas de reconhecimento de imagens para identificação dos indivíduos de interesse, associação deste pico populacional com variáveis agrometeorológicas e por fim o envio de alertas entomológicos aos agricultores posicionados no entorno das armadilhas automáticas. Desta forma, este estudo objetivou avaliar o uso das armadilhas automáticas e identificar as variáveis atmosféricas relacionadas ao pico populacional de *S. frugiperda* sobre a região das Cooperativas ABC.

MATERIAIS E MÉTODOS

Armadilhas automáticas tipo delta foram instaladas nos municípios de Arapoti, Castro, Ponta Grossa e Tibagi-PR (Figura 1), entre o período de Novembro de 2013 e Abril de 2014. Através de estudos preliminares conduzidos internamente da Fundação ABC, a altura e direcionamento das armadilhas foram de 1,6 m acima da superfície e orientação norte/sul respectivamente. Cada armadilha automática foi composta por 4 câmeras fotográficas de 2 megapixels (Figura 2), programada para adquirir imagens

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

diariamente às 6 horas da manhã e posterior transmissão para um servidor específico onde foram estabelecidas as rotinas de análise de imagens para reconhecimento preliminar.

Para a atração das mariposas, utilizou-se feromônios do grupo químico dos acetatos, fixados no centro do piso cola posicionado no lado oposto as câmeras, com reposições em intervalos de até 30 dias. Para identificação das mariposas no laboratório de entomologia da Fundação ABC, os pisos cola foram substituídos em intervalos de 10 dias.

Em caráter experimental, a data do pico populacional de *S. frugiperda* foi obtida através da identificação de 4 ou mais mariposas em um intervalo de 24 horas. Este mesmo período de tempo foi utilizado para sumarizar as variáveis agrometeorológicas, obtidas para cada localidade através de estações automáticas instaladas de acordo com as normas da ASAE (2004).

Cada variável agrometeorológica foi decomposta em variáveis derivadas, sumarizadas de acordo com as normas da ASAE (2004), conforme os intervalos de tempo de aquisição (número de dias, número de horas) e segundo o estabelecimento de limiares máximos ou mínimos para cada sensor meteorológico (temperatura acima de 0, 5, 10, 15, 20, 25 °C, radiação solar acima de 10, 15, 20, 25 e 30 MJ m⁻² dia⁻¹), resultando em 259 variáveis agrometeorológicas.

Para o estudo da relação entre o pico populacional e as variáveis ambientais, cada data de ocorrência das 4 ou mais mariposas foram analisadas com registros agrometeorológicos sumarizados em combinações fatoriais de intervalos de tempo antes (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 dias) e após o pico populacional (0, 5 e 10 dias).

Por fim, utilizou-se as técnicas de correlação paramétrica e não paramétrica, regressões lineares e não lineares, simples e múltiplas para identificação das variáveis independentes mais importantes na predição do pico populacional da *S. frugiperda* na região de atuação das Cooperativas ABC.

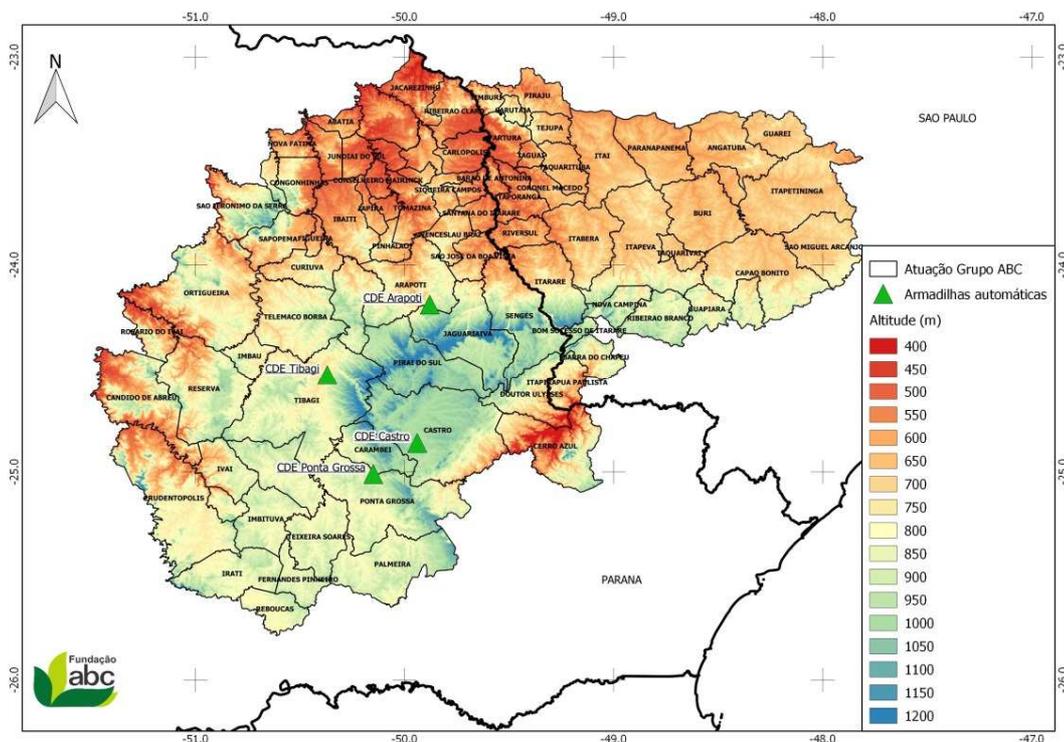


Figura 1. Altitude (m) e localização (coordenadas geográficas decimais) das armadilhas automáticas tipo Delta, iscadas com feromônio de *S. frugiperda* para na região de atuação das Cooperativas ABC.

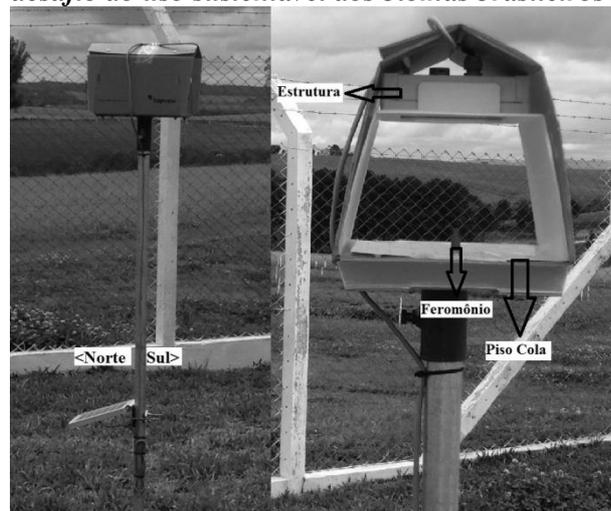


Figura 2. Armadilhas automáticas tipo Delta, iscadas com feromônio de *S. frugiperda* e instaladas na região de atuação das Cooperativa ABC.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As correlações entre a ocorrência dos picos populacionais e as variáveis agrometeorológicas, sumarizadas de acordo com ASAE (2004), com os intervalos de tempo de aquisição e com o estabelecimento de limiares máximos ou mínimos para cada sensor meteorológico seguem representadas na Tabela 1, onde observa-se os p-valores e a boa correlação das variáveis agrometeorológicas derivadas da velocidade máximo do vento, umidade relativa do ar e temperatura do ar. Rojas, Virgen e Malo (2004), também encontraram correlações positivas entre as mariposas de *Spodopterafrugiperda* coletadas nas armadilhas com a velocidade do vento e a temperatura, e correlação negativa com a umidade relativa do ar.

Analisando mariposas de *Grapholita molestai*, Arioli, Carvalho eBotton(2005) e Cividanes e Martins (2006) identificaram a temperatura e umidade relativa do ar como as principais variáveis meteorológicas relacionadas com a flutuação populacional.

Tabela 1. Correlações de Pearson e Spearman entre o pico populacional de *Spodoptera frugiperda* e as variáveis agrometeorológicas observadas em Arapoti, Castro, Ponta Grossa e Tibagi-PR, independente do intervalo, na safra 2013/2014.

Sumarização	Escala	Variável	Condição	Unidade	Pearson	Spearman	Prob > ρ
Média	Número de horas	Umidade relativa	Maior ou igual a 100	%	-0,6882	-0,7706	<,0001
Média	-	Radiação	-	W.m ²	-0,5767	-0,4904	<,0001
Soma	-	Radiação	Média diária	W.m ²	-0,5767	-0,4904	<,0001
Soma	Número de horas	Umidade relativa	Maior ou igual a 100	%	-0,5623	-0,7332	<,0001
Média	Número de dias	Temperatura de molhamento	Menor que 18	°C	-0,5317	-0,7192	<,0001
Soma	Número de horas	Radiação	Maior que 1000	hPa	-0,5267	-0,6083	<,0001
Média	Número de horas	Temperatura mínima	Menor que 16	°C	-0,5097	-0,6627	<,0001
Média	-	Temperatura mínima	-	°C	0,5022	0,6662	<,0001
Média	Número de horas	Temperatura mínima	Maior que 16	°C	0,5102	0,6623	<,0001
Média	-	Pressão atmosférica máxima	-	hPa	0,5273	0,6108	<,0001
Média da soma diária	-	Temperatura de molhamento	-	°C	0,5289	0,6316	<,0001
Média	Número de horas	Radiação	Menor que 600	hPa	0,5346	0,487	<,0001
Média	-	Pressão atmosférica mínima	-	hPa	0,5525	0,6449	<,0001
Média	Número de horas	Radiação	Menor que 100	W.m ²	0,5745	0,6812	<,0001
Soma	Número de horas	Velocidade do vento	Maior que 5	m.s ⁻¹	0,6073	-0,0583	0,3683
Média da soma diária	-	Velocidade do vento máxima	-	m.s ⁻¹	0,6715	-0,2004	0,0018
Média	-	Velocidade do vento máxima	-	m.s ⁻¹	0,8534	0,2994	<,0001

A partir da identificação das principais variáveis agrometeorológicas, procedeu-se as análises de regressão sobre os 24 intervalos de dias corridos antes (8) e depois (3) do pico de mariposas de *S. frugiperda*. Na Tabela 2, seguem representados os 3 melhores modelos obtidos, considerando o conhecimento entomológico, a viabilidade computacional e o horizonte de previsibilidade dos modelos numéricos regionais de previsão do tempo.

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Tabela 2. Regressões lineares múltiplas para estimativa do pico populacional de *Spodoptera frugiperda*, a partir das variáveis velocidade média e máximo do vento, temperatura máxima e mínima do ar, sumarizadas em intervalos antes e depois do pico populacional, observados em Arapoti, Castro, Ponta Grossa e Tibagi, PR, safra 2013/2014.

Número de Parâmetros	Intervalo Antes do Pico	Intervalo Após o Pico	R ²	REQM	P valor	Equação
2	-20 dias	+0 dias	0,93	0,984	<,0001	Y= -1,3071073859206 +1,73334715787863* MEDIA_VTMAX - 0,3286327946848*SOMA_NDTMAX<26
4	-15 dias	+0 dias	0,99	0,319	<,0001	Y= 12,6937209005398-16,913421583709 *MEDIA_NDTMAX<26+8,50989987919* MEDIA_NDVT>4+0,0672117511691* SOMA_VTMAX -0,0371317367419*SOMA_NHVT<2
3	-5 dias	+5 dias	0,86	1,49	0,0055	Y= -4,9346766518744-1,4319757767521*MEDIA_NDTMAX >28+0,12559584240168* SOMA_VTMAX +0,51671631623922* SOMA_NDTMIN >16

Y = estimativa do número de mariposas de *S. frugiperda* dia⁻¹ considerando diferentes intervalos de dias anteriores e posteriores; MEDIA_VTMAX = média da velocidade máxima do vento a 2m; SOMA_NDTMAX<26 = soma do número de dias com temperatura máxima do ar inferior a 26°C; MEDIA_NDTMAX<26 = média do número de dias com temperatura máxima do ar inferior a 26°C; MEDIA_NDVT>4 = média do número de dias com velocidade do vento superior a 4 m.s⁻¹; SOMA_VTMAX = soma da velocidade máxima do vento; SOMA_NHVT<2 = soma do número de horas com velocidade do vento inferior a 2 m.s⁻¹; MEDIA_NDTMAX>28 = média do número de dias com temperatura máxima do ar superior a 28°C; SOMA_NDTMIN>16 = somado número de dias com temperatura mínima superior a 16°C.

Apesar das armadilhas fornecerem uma boa estimativa da atividade de voo e migração dos machos de *S. frugiperda*, ainda torna-se difícil a real comprovação da quantidade de indivíduos num dado local e tempo, em função da inexistência de uma testemunha verdadeira. Ou seja, a quantidade de mariposas coletadas nas respectivas armadilhas pode não representar a realidade, em função de fatores intrínsecos como a eficiência do feromônio utilizado, sua pureza, estabilidade e taxa de liberação, assim como fatores extrínsecos como altura, localização, distância da lavoura ou modelo de armadilha (Mello *et al.*, 2011).

Porém, este estudo evidenciou possibilidade de associação entre as informações populacionais e as variáveis agrometeorológicas e agrônômicas, principalmente quando se deseja estabelecer serviços de alerta entomológico com vistas ao uso eficiente de inseticidas químicos.

CONCLUSÕES

As variáveis agrometeorológicas derivadas da velocidade do vento a 2m e a umidade relativa do ar apresentaram correlação com os picos de *S. frugiperda*.

O uso de variáveis agrometeorológicas, sumarizadas em três intervalos de tempo distintos, resultou em boas estimativas do número diário de mariposas de *S. frugiperda* para os locais estudados.

Ainda são necessários estudos de validação para as equações apresentadas, assim como o avanço no entendimento sobre o número de mariposas e o nível de dano observado a campo, alvo dos próximos estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIOLI, C. J.; CARVALHO, G. A.; BOTTON, M.. Flutuação populacional de *Grapholita molesta* (Busck) com armadilhas de feromônio sexual na cultura do pessegueiro em Bento Gonçalves, RS, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 1, p.1-5, 2005.

ASAE. Measurement and reporting practices for automatic agricultural weather stations. ASAE Standard



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

EP505. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI., 2004.



CARNEIRO, T. R.. **Dinâmica populacional de Spodopterafrugiperda (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho safra e safrinha e competição entre Telenomusremus Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e TrichogrammapretiosumRiley (Hymenoptera: Trichogrammatidae).** 2008. 142 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, UNESP, Jaboticabal, 2008.

CIVIDANES, F. J.; MARTINS, I. C. F.. Flutuação populacional e previsão de gerações de Grapholita molesta (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) em pessegueiro, Prunuspersica (Linnaeus) Batsch. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 28, n. 3, p.399-405, 2006.

MELLO, E. P.; LIMA JUNIOR, I. S.; BERTONCELLO, T. F.; SUEKANE, R.; DEGRANDE, P. E.; FERNANDES, M. G. Desempenho de armadilhas à base de feromônio sexual para o monitoramento de Spodopterafrugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Entomotropica**, Maracay, v. 26, n. 1, p.7-15, 2011.

ROJAS, J. C.; VIRGEN, A.; MALO, E. A.. Seasonal and nocturnal flight activity of Spodopterafrugiperda males (lepidoptera: noctuidae) monitored by pheromone traps in the coast of Chiapas, Mexico. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 87, n. 4, p.496-503, 2004.