

139

Circular  
TécnicaPorto Velho, RO  
Maio, 2014

## Autores

### Luciana Gatto Brito

Médica Veterinária, D.Sc. em  
Ciências Veterinárias,  
pesquisadora da Embrapa  
Rondônia, Porto Velho, RO,  
luciana.gatto@embrapa.br

### Fábio da Silva Barbieri

Médico Veterinário, D.Sc. em  
Ciências Veterinárias,  
pesquisador da Embrapa  
Rondônia, Porto Velho, RO,  
fabio.barbieri@embrapa.br

### Rodrigo Barros Rocha

Biólogo, D.Sc. em Genética e  
Melhoramento, pesquisador da  
Embrapa Rondônia, Porto Velho,  
RO, rodrigo.barros@embrapa.br

# Fatores de risco associados à resistência a pesticidas em populações da mosca-dos-chifres

## Introdução

As pragas parasitárias são consideradas um dos principais fatores limitantes à produção animal em todo o mundo e, embora raramente associadas à alta mortalidade, determinam um expressivo impacto econômico em virtude da redução da produtividade e aumentos dos custos de controle (FAO, 2004). Essa situação tende a ser mais grave em regiões tropicais, como é o caso da maior parte do território brasileiro, onde as condições climáticas favoráveis contribuem para aumentar os problemas decorrentes do parasitismo.

A infestação pela mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) é um dos fatores limitantes para a rentabilidade da produção pecuária no Brasil. As condições climáticas predominantes na maior parte do país contribuem para aumentar a intensidade e o período de parasitismo, causando prejuízos significativos à cadeia produtiva da bovinocultura. O acesso fácil a produtos inseticidas e a facilidade com que eles podem ser aplicados, combinado ao progresso no conhecimento da epidemiologia de parasitas de ruminantes, levou a um período de relativo sucesso no controle das infestações parasitárias, particularmente em sistemas de produção intensivos. No entanto, a falsa suposição de que o controle parasitário é facilmente realizado utilizando-se produtos químicos levou ao desenvolvimento de resistência às bases químicas mais utilizadas, aumentou a presença de resíduos nos produtos de origem animal e provocou a perda de confiabilidade dos produtores na eficiência dos programas de controle.

O problema da resistência a pesticidas é considerado como um dos maiores desafios para a pecuária mundial. Ao final do século XX, a resistência já havia sido detectada em mais de 500 espécies de artrópodes (GEORGHIOU, 1990), entre as quais, cerca de 40% eram dípteros e 38% possuíam importância médica ou veterinária (Georghiou, 1986). Muitas destas espécies são resistentes a diferentes classes de inseticidas e a situação tende a agravar-se com a continuidade do controle das populações parasitárias nos moldes em que vem sendo realizado. O controle da mosca-dos-chifres é historicamente dependente do uso de inseticidas químicos. O uso constante destes produtos tem levado à seleção de populações resistentes a diversos grupos químicos.

Apesar das desvantagens do uso de pesticidas na bovinocultura, tais como a poluição ambiental, a produção de resíduos na carne e no leite e a exposição tóxica imposta às pessoas que aplicam as formulações ectoparasiticidas, estes fármacos são ainda essenciais para o controle das populações parasitárias. No entanto, o uso exaustivo dessas formulações é responsável pela perda de eficácia das bases químicas e determina o estabelecimento, o desenvolvimento e a emergência de populações resistentes do carrapato bovino (*Rhipicephalus microplus*) e também, da mosca-dos-chifres. No Brasil, o controle das populações da mosca-dos-chifres que infestam os rebanhos bovinos e bubalinos se dá pela utilização de uma ampla gama de pesticidas, porém, por causa do baixo custo relativo, os grupos químicos piretróide e organofosforado são os de uso mais comum.

A disseminação da resistência às diferentes bases pesticidas demonstra as limitações existentes no controle químico das ectoparasitoses, sendo essencial que estas bases sejam administradas como preciosos recursos no âmbito do manejo sanitário dos rebanhos. O processo de estabelecimento da resistência nas populações parasitárias ocorre em virtude de mutações genotípicas nas populações parasitárias, as quais são independentes da pressão de seleção de resistência exercida pelas bases químicas. A pressão de seleção só inicia-se a partir da

utilização de pesticidas para o controle das populações, o que faz com que indivíduos sensíveis sejam eliminados, aumentando-se então a frequência de genótipos que determinam a resistência nessas populações, mecanismo esse responsável pelo desenvolvimento da resistência à base pesticida utilizada. Por fim, a emergência da resistência a pesticidas é determinada pela continuidade da utilização da base pesticida, fazendo com que haja um aumento na frequência de genótipos resistentes na população, com conseqüente redução da eficácia das bases e dos níveis de controle.

Problemas no controle da mosca-dos-chifres decorrentes da resistência a inseticidas têm sido cada vez mais frequentes nas principais regiões produtoras de bovinos do país. Em última análise, a aplicação de doses mais elevadas e de tratamentos mais frequentes em função da resistência, aumenta os custos de produção e o nível de contaminação ambiental e dos alimentos produzidos pelos rebanhos. Além da complexidade e dificuldade de sua reversão, o desenvolvimento da resistência compromete não apenas os inseticidas a que as populações foram expostas, mas todo o grupo químico a que eles pertencem.

### **Levantamento dos fatores de risco relacionados à emergência da resistência a pesticidas em rebanhos bovídeos**

Buscando identificar e estudar os cenários probabilísticos que determinam a fixação de alelos relacionados à resistência a pesticidas foram entrevistados nas propriedades 33 proprietários de rebanhos bovinos e bubalinos. Nessas mesmas propriedades também foram colhidas amostras de mosca-dos-chifres para realização do bioensaio do papel filtro impregnado (SHEPPARD; HINKLE, 1987) para determinação da resistência a pesticidas piretróides. A obtenção da concentração letal 50 (CL50) das populações de mosca-dos-chifres avaliadas se deu por meio da taxa de mortalidade dos espécimes de *H. irritans* determinada após duas horas de exposição à cipermetrina em grau técnico (Cypermethrin, analytical standart, Pestanal®, CAS number 67375-30-8) nas diluições 409,9; 102,4; 25,6; 6,4 e 1,6 µg/cm<sup>2</sup>.

O cálculo para determinação do número de questionários a ser aplicado nas propriedades do estado seguiu o modelo matemático preconizado por Cannon (2001), sendo este:

$$n = \frac{(1 - (1 - \alpha)^{1/D} (N - \frac{1}{2}(SeD - 1)))}{Se}$$

onde:

$n$  = número de questionários aplicados;

$\alpha$  = acurácia das informações;

$N$  = número de propriedades com rebanhos bovídeos em Rondônia;

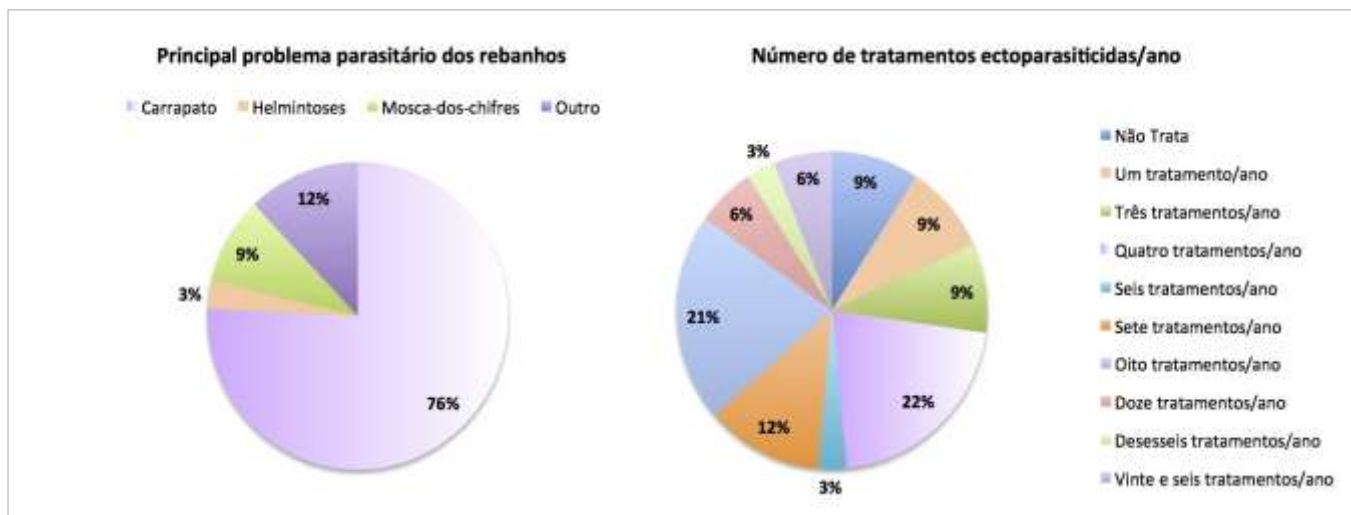
$D$  = número de rebanhos suscetíveis a infestações por populações da mosca-dos-chifres;

$Se$  = prevalência estimada do número de rebanhos com populações da mosca-dos-chifres resistentes a pesticidas.

Aspectos referentes ao uso de pesticidas nas propriedades, frequência de realização de tratamentos para o controle de ectoparasitas no rebanho, aptidão do rebanho e percepção do produtor quanto à época de maior ocorrência foram abordados no questionário. Com as respostas ao questionário e os fatores de resistência das populações de mosca-dos-chifres avaliadas foi construído um banco de dados, utilizando o *software* Epi-Info versão 3.5.2., sendo também utilizado o mesmo *software* na análise do banco de dados.

A fim de se identificar e estudar os cenários probabilísticos que determinam a ocorrência e a fixação de genótipos que conferem resistência a pesticidas foi realizada uma análise por árvore de eventos com o objetivo de se determinar os fatores de risco associados ao estabelecimento da resistência a pesticidas nas populações da mosca-dos-chifres.

Na análise dos questionários observou-se que o maior problema parasitário para os rebanhos bovídeos em Rondônia é a infestação pelo carrapato dos bovinos, sendo essa a causa determinante para a realização dos tratamentos de controle das infestações por ectoparasitas utilizando-se pesticidas. Observa-se que em cerca de 50% dos rebanhos realizam-se até seis tratamentos anuais direcionados ao controle das infestações pelo carrapato dos bovinos, porém em alguns rebanhos observa-se a realização de até 26 tratamentos anuais (Figura 1). Esta situação é preocupante, considerando-se o manejo das bases pesticidas, uma vez que determina uma pressão de seleção intensiva pelo uso contínuo que é determinado pela ineficácia das bases utilizadas para o controle das populações de carrapatos.



**Figura 1.** Percepção dos pecuaristas em relação ao principal problema parasitário em rebanhos bovinos e bubalinos em Rondônia.  
 Fonte: Dados da pesquisa.

O período de maior ocorrência de infestação pela mosca-dos-chifres, relatado para os rebanhos avaliados é de setembro a dezembro, o qual é coincidente com o período de maior precipitação pluviométrica em Rondônia (Tabela 1).

**Tabela 1.** Período de maior incidência da mosca-dos-chifres nos rebanhos em Rondônia, segundo a percepção dos produtores entrevistados.

Infestação pela mosca-dos-chifres	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem acumulada (%)	Limite de confiança a 95%
Ano todo	3	9,1	9,1	1,9% a 24,3%
Janeiro a abril	8	24,2	33,3	11,1% a 42,3%
Setembro a dezembro	22	66,7	100	48,2% a 82,0%
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>-</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação às bases pesticidas mais utilizadas para o controle das ectoparasitoses nos rebanhos, observa-se que os pesticidas piretroides (15,2%) e suas associações com pesticidas organofosforados (36,4%) foram as bases mais utilizadas nas propriedades em que se realizou a aplicação do questionário (Tabela 2).

**Tabela 2.** Bases pesticidas utilizadas para o controle das parasitoses nas propriedades onde aplicou-se o questionário referente a utilização de pesticidas nos rebanhos.

Bases pesticidas utilizadas	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem acumulada (%)	Limite de confiança a 95%
Fipronil	1	3	3	0,1% a 15,8%
Lactonasmacrocíclicas	11	33,3	36,4	18,0% a 51,8%
Organofosforados	1	3	39,4	0,1% a 15,8%
Mix Organofosforados + Piretróides	12	36,4	75,8	20,4% a 54,9%
Piretróides	5	15,2	91	5,1% a 31,9%
Outros	3	9,1	100	1,9% a 24,3%
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>-</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Com o intuito de verificar a situação da resistência a pesticidas piretroides nas populações da mosca-dos-chifres, calculou-se o fator de resistência (FR) para as populações avaliadas. O cálculo leva em consideração a concentração letal efetiva do pesticida para 50% da população avaliada e para a população suscetível de referência, com a fórmula  $FR = CL_{50}$  da população testada/ $CL_{50}$  da população suscetível. Como população da mosca-dos-chifres suscetível utilizou a colônia de referência mantida em laboratório no U.S. *Livestock Insects Research Laboratory of Agricultural Research Service/United States Department of Agriculture* (ARS/USDA). Os resultados foram analisados pelo procedimento (PROC) Probits do Programa *Statistical Analysis Systems* (SAS) (SAS INSTITUTE..., 2003).

Observa-se que cerca de 82% das populações da mosca-dos-chifres avaliadas apresentaram fator de resistência (FR) inferior a cinco (Tabela 3), demonstrando a presença de populações suscetíveis a pesticidas piretróides, porém é necessário ações de acompanhamento e manejo de bases pesticidas a fim de se manter a eficácia dos tratamentos direcionados à essas populações em Rondônia.

**Tabela 3.** Fator de resistência (FR) observado para os pesticidas piretroides em populações da mosca-dos-chifres.

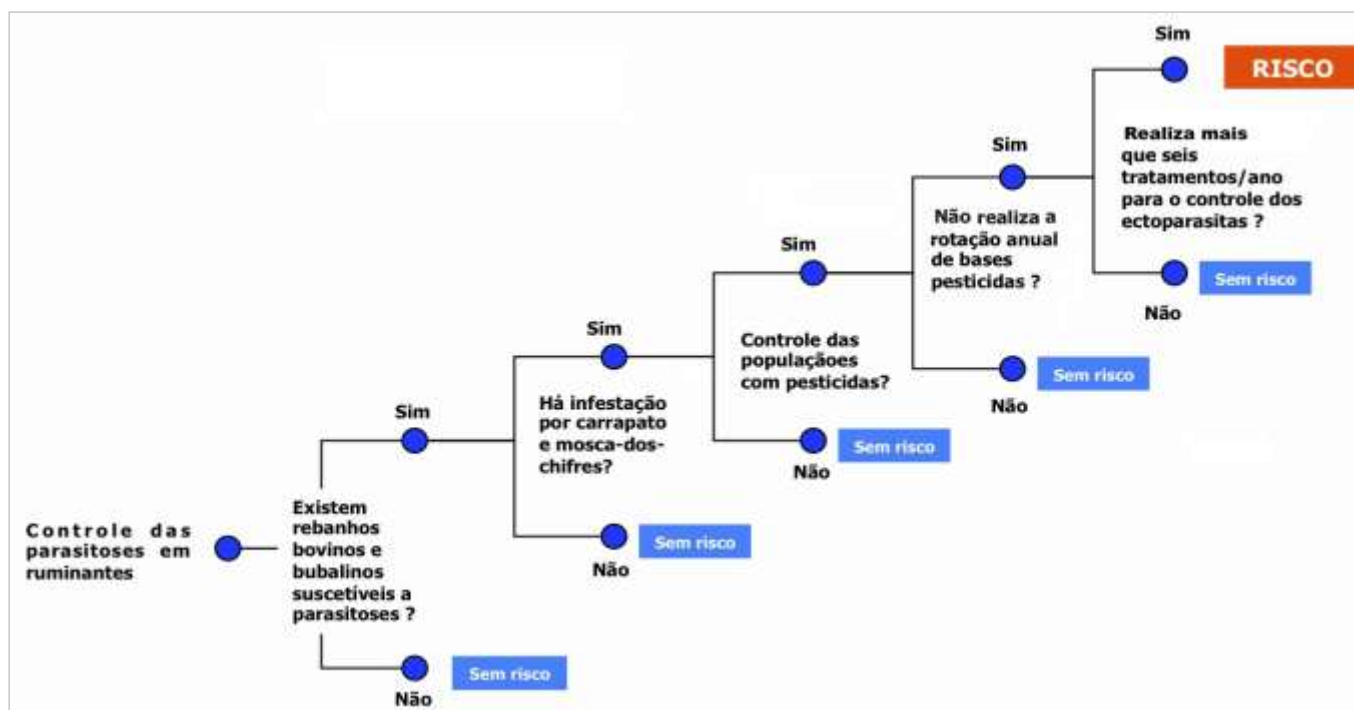
Fator de resistência	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem acumulada (%)	Limite de confiança a 95%
0,01 a 1,00	5	15,2	15,2	5,1% a 31,9%
1,01 a 2,00	11	33,3	48,5	18,0% a 51,8%
2,01 a 3,00	6	18,2	66,7	7,0% a 35,5%
3,01 a 4,00	4	12,1	78,8	3,4 a 28,2%
4,01 a 5,00	1	3,0	81,8	0,1% a 15,8%
5,01 a 6,00	2	6,1	87,9	0,7% a 20,2%
6,01 a 7,00	0	0,0	87,9	-
7,01 a 8,00	3	9,1	97	1,9% a 24,3%
8,01 a 9,00	1	3,0	100	0,1% a 15,8%
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>-</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

## Análise qualitativa dos fatores de risco para o desenvolvimento da resistência a pesticidas em populações da mosca-dos-chifres

Na avaliação qualitativa de risco não há uma quantificação numérica de probabilidade das variáveis, sendo elaboradas escalas descritivas para avaliar a probabilidade da ocorrência de cada evento. Utiliza-se a avaliação qualitativa para a avaliação inicial de identificação de situações que demandam estudos mais profundos ou quando ainda não há informações suficientes para quantificar os parâmetros das variáveis do modelo quanto à introdução ou ocorrência do perigo na análise (ANÁLISIS..., 2006).

Análises qualitativas referentes ao risco de fixação da resistência a pesticidas foram realizadas por meio da análise por árvore de cenários (MILLER et al., 1993), método utilizado para se identificar as várias e possíveis consequências resultantes do evento inicial (presença de animais suscetíveis às parasitoses). Observa-se pela análise que o risco de desenvolvimento da resistência a pesticidas nas populações da mosca-dos-chifres que parasitam bovinos e bubalinos em Rondônia é desencadeado pelo mau uso de bases pesticidas, as quais determinam uma pressão de seleção de indivíduos resistentes, sendo esse um risco para a disseminação da resistência às bases pesticidas em populações de ectoparasitas que infestam os rebanhos.



**Figura 2.** Árvore de cenários relacionada aos fatores de risco associados ao estabelecimento e fixação da resistência a pesticidas nas populações da mosca-dos-chifres em Rondônia.

Fonte: Dados da pesquisa.

A avaliação do risco da dispersão da resistência a pesticidas nas populações da mosca-dos-chifres em Rondônia, foi realizada a partir de uma análise quantitativa probabilística seguindo metodologia utilizada por Covello et al. (1985) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Análise quantitativa probabilística do risco da difusão da resistência a pesticidas nas populações da mosca-dos-chifres em Rondônia.

Probabilidade de difusão da resistência	Probabilidade de exposição a pesticidas						
	Insignificante	Extremamente baixa	Muito baixa	Baixa	Ligeira	Moderada	Alta
Alta	I	EB	MB	B	L	M	A
Moderada	I	EB	MB	B	L	M	M
Ligeira	I	I	MB	MB	B	L	L
Baixa	I	I	EB	EB	MB	B	B
Muito baixa	I	I	I	I	EB	MB	MB
Extremamente baixa	I	I	I	I	I	EB	EB
Insignificante	I	I	I	I	I	I	I

Fonte: Dados da pesquisa.

Observou-se que a probabilidade de exposição e difusão da resistência a pesticidas em populações da mosca-dos-chifres é moderada de acordo com o levantamento de dados obtidos pela aplicação dos questionários nas propriedades em Rondônia, porém, as consequências desta exposição e difusão da resistência nas populações da mosca-dos-chifres mostram-se altas, em virtude da dificuldade de controle destas populações nos rebanhos ocasionada pelo aparecimento e a fixação da resistência a pesticidas (Tabela 5).

**Tabela 5.** Análise quantitativa probabilística das consequências da difusão da resistência a pesticidas nas populações da mosca-dos-chifres em Rondônia.

Probabilidade de exposição e difusão da resistência	Consequências					
	Insignificantes	Muito baixas	Baixas	Moderadas	Altas	Extremas
Alta	I	MB	B	M	A	E
Moderada	I	MB	B	M	A	E
Ligeira	I	MB	B	M	A	E
Baixa	I	I	MB	B	M	A
Muito baixa	I	I	I	MB	B	M
Extremamente baixa	I	I	I	I	MB	B
Insignificante	I	I	I	I	I	I

Fonte: Dados da pesquisa.

## Conclusões

A pecuária leiteira é a principal atividade das propriedades, cujos bovídeos foram visitados. Considerando-se que os rebanhos bovinos utilizados na exploração leiteira em sua maioria possuem maior percentagem de sangue taurino, os torna mais suscetíveis a infestação pelo carrapato dos bovinos (*R. microplus*) sendo este o principal problema ectoparasitário apontado pelos proprietários de rebanhos bovinos leiteiros em Rondônia.

Pesticidas piretróides quando utilizados para o controle de populações da mosca-dos-chifres têm indicação de uso em menor concentração do que a indicada para o controle das populações de carrapatos. O uso indiscriminado e sem orientação técnica dos produtos carrapaticidas, os quais na sua maioria também são indicados para o controle de populações da mosca-dos-chifres mostra-se como um importante fator relacionado ao desenvolvimento e a emergência da resistência a pesticidas piretróides nas populações de mosca-dos-chifres analisadas, uma vez que cerca de 70% dos produtores entrevistados relataram tratar seus animais com fármacos que contêm piretróides em sua formulação e destes, durante a época de maior infestação por carrapatos (de setembro a março), 15% relataram tratar semanalmente o rebanho e 25% tratam quinzenalmente os rebanhos para combater a infestação por carrapatos.

De acordo com os pecuaristas entrevistados, as bases piretróides mais utilizadas nos rebanhos bovinos em Rondônia são cipermetrina, deltametrina e alfametrina. No momento, a resistência a pesticidas piretróides nas populações da mosca-dos-chifres ainda não representa um obstáculo para o controle das infestações, porém observa-se que as populações encontram-se sob pressão de seleção por esse grupo químico.

Visando a manutenção das infestações abaixo do nível de dano econômico (NDE) estabelecido para a mosca-dos-chifres em cerca de 200 moscas/bovino, não se recomenda a utilização de produtos comerciais inseticidas que utilizem mais do que um grupo químico em sua composição. Tal situação visa resguardar as populações da mosca-dos-chifres estabelecidas em Rondônia da exposição aos demais grupos inseticidas, principalmente aos pesticidas organofosforados, evitando-se assim a disseminação da resistência às diferentes bases pesticidas disponíveis para o controle das populações parasitárias dos bovídeos.

## Referências

- ANÁLISIS de Riesgo: guía práctica. Paris: World Animal Health Organization, 2006. 60 p.
- CANNON, R. M. Sense and sensitivity – designing surveys based on an imperfect test. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 49, n. 3-4, p. 141-163, 2001.
- COVELLO, V. T.; MUMPOWER, J. Risk Analysis and Risk Management: An Historical Perspective. **Risk Analysis**, v. 5, p. 103-120, 1985.
- FAO (Roma). **Guidelines. Resistance management and integrated parasite control in ruminants**, 2004. 216 p.
- GEORGHIOU, G. P. Overview of Insecticide Resistance. In: GREEN, M.B.; LEBARON, H. M.; MOBERG, W. K. (Ed.). **Managing Resistance to Agrochemicals: from fundamental research to practical strategies**. Washington D. C.: American Chemical Society, 1990. p. 18-41. (ACS Symposium Series).
- GEORGHIOU, G. P. The magnitude of the resistance problem. pp.14-43. In: ESTADOS UNIDOS. National Research Council. Committee on Strategies for the Management of Resistant Pest Population. **Pesticide resistance: strategies and tactics for management** Washington, D. C.: National Academy, 1986. 471 p. il.
- MILLER, L.; MCELVAINE, M. D.; MCDOWELL, R. M.; AHL A. S. Developing a quantitative risk assessment process. **Revue Scientifique et Technique**, Paris, v. 12, n. 4, p. 1153-1164, 1993.
- SAS Institute (Cary, NC). SAS/INSIGHT User's Guide. Version 9.1.3. Cary, NC: SAS, 2003.
- SHEPPARD, D. C.; HINKLE, N. C. Field procedure using disposable materials to evaluate horn fly insecticide resistance. **Journal of Agricultural Entomology**, v. 4, n. 1, p. 87-89, 1987.

**Circular  
Técnica, 139**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

**BRASIL**  
PAÍS RICO E SEM Pobreza

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Rondônia**  
**BR 364 km 5,5, Caixa Postal 127,**  
**CEP 76815-800, Porto Velho, RO.**  
**Fone:** (69)3901-2510, 3225-9384/9387  
**Telefax:** (69)3222-0409  
**www.cpafro.embrapa.br**

1ª edição  
1ª impressão (2014): 100 exemplares

**Comitê de  
Publicações**

**Presidente:** *Cléberson de Freitas Fernandes*  
**Secretárias:** *Marly de Souza Medeiros e*  
*Sílvia Maria Gonçalves Ferradaes*  
**Membros:** *Marília Locatelli*  
*Rodrigo Barros Rocha*  
*José Nilton Medeiros Costa*  
*Ana Karina Dias Salman*  
*Luiz Francisco Machado Pfeifer*  
*Fábio da Silva Barbieri*  
*Maria das Graças Rodrigues Ferreira*

**Expediente**

**Normalização:** *Daniela Maciel*  
**Revisão de texto:** *Wilma Inês de França Araújo*  
**Editoração eletrônica:** *Marly de Souza Medeiros*