

D L 15.FEV2001\*190899



UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA

***CHRONIC AND TOXICOKINETIC BEHAVIOUR  
OF LINDANE ( $\gamma$ -HCH) IN THE ENCHYTRAEID  
*Enchytraeus albidus****

*Mónica João de Barros Amorim*

Coimbra  
2000



## CONTENTS

<b>RESUMO</b>	1
<b>ABSTRACT</b>	3
<b>CHAPTER 1</b>	
<i>GENERAL INTRODUCTION AND AIMS</i>	7
<b>CHAPTER 2</b>	
<i>Comparison of chronic toxicity of Lindane (<math>\gamma</math>-HCH) to <i>Enchytraeus albidus</i> in two soil types: the influence of soil pH</i>	15
<b>CHAPTER 3</b>	
<i>Toxicokinetic behaviour of <math>^{14}\text{C}</math>-Lindane (<math>\gamma</math>-HCH) in the Enchytraeid <i>Enchytraeus albidus</i> in two soil types (OECD and a natural agricultural soil)</i>	28
<b>CHAPTER 4</b>	
<i>Bioavailability and Toxicokinetic of <math>^{14}\text{C}</math>-Lindane (<math>\gamma</math>-HCH) in the Enchytraeid <i>Enchytraeus albidus</i> in two soil types: the ageing effect</i>	48
<b>CHAPTER 5</b>	
<i>GENERAL DISCUSSION</i>	70
<b>REFERENCES</b>	78

---

## RESUMO

Este estudo pretende analisar o efeito crónico de um pesticida (Lindano,  $\gamma$ -HCH) incluindo o potencial de bioacumulação em *Enchytraeus albidus*, uma espécie usada frequentemente em ecotoxicologia. Os enquitraídeos vivem na verdadeira camada de solo, representando uma vantagem importante em relação ao teste padronizado com *Eisenia fetida*, uma espécie típica do húmus, que não mostra, de uma forma realista, os efeitos ao nível do solo. Os efeitos do pH e do tipo de solo foram analisados durante o teste de reprodução e o tipo de solo e envelhecimento do lindano (até 10 meses) durante os estudos de bioacumulação. Foram utilizados dois tipos de solo: um solo artificial OCDE e um solo natural agrícola.

Os resultados mostraram uma influência nítida do pH a nível crónico: pH baixo (cerca de 4.5) levou a uma forte diminuição na produção de juvenis. Este composto mostrou-se bastante tóxico para estes organismos, mesmo na concentração mais baixa de  $6.1 \mu\text{g/g}$ . O solo natural revelou maior toxicidade associada ao teor de matéria orgânica mais baixo.

Os enquitraídeos mostraram-se animais teste adequados para estudos de bioacumulação, tendo um comportamento cinético semelhante ao das minhocas. O desenho experimental necessita de ser adaptado, especialmente no que diz respeito ao período de eliminação.

No estudo do comportamento cinético do lindano em *E. albidus* foi aplicado um modelo de um compartimento, ajustando-se bem especialmente na fase de assimilação. No entanto, a eliminação mostrou um comportamento bifásico na maioria dos casos, ajustando-se melhor através da dupla exponencial. No solo OCDE o comportamento cinético esteve de acordo com os padrões do solo, embora o mesmo não tenha acontecido no solo natural. Neste caso foi possível observar o efeito do envelhecimento nos parâmetros cinéticos e nas concentrações em equilíbrio, mas sem um gradiente nítido. O solo e fracção biodisponível OCDE mostraram uma diminuição monofásica e constantes de decréscimo semelhantes. O solo natural mostrou um decréscimo bifásico e a constante de decréscimo dos extractos aquosos de

solo foi superior à da concentração total do solo. As diferenças entre os dois tipos de solo parecem ser explicadas pelo diferente teor de matéria orgânica: os compostos químicos lipofílicos, devido à sua baixa solubilidade na água e afinidade para a matéria orgânica associada ao solo, tornam-se adsorvidos preferencialmente à matéria orgânica do solo, explicando os valores das constantes de decaimento mais baixos no solo OCDE do que no solo natural. As experiências de envelhecimento demonstraram a importância do tempo de residência do composto químico: normalmente os estudos laboratoriais simulam o pior cenário possível (as experiências são efectuadas imediatamente após a contaminação do meio) e a situação real nem sempre é esta.

## **REFERENCES**

Belfroid, A. C. and Sijm, D.T.H.M. 1998. Influence of soil organic matter content on elimination rates of hydrophobic compounds in the earthworm: Possible causes and consequences. *Chemosphere*. **37**:1221-1234.

Belfroid, A. C., Sijm, D.T.H.M. and Van Gestel, C.A.M. 1996. Bioavailability and toxicokinetics of hydrophobic aromatic compounds in benthic and terrestrial invertebrates. *Environ. Rev.* **4**:276-299.

Belfroid, A. C., Seinen, W., Van Gestel, C.A.M., Hermens, J. and Van Leeuwen, K.J. 1995. Modelling the accumulation of hydrophobic organic chemicals in earthworms – Application of the equilibrium partitioning theory. *Environm. Sci. & Pollut. Res.* **2**(1): 5-15.

Belfroid, A. C., Sikkenk, M., Seinen, W., Van Gestel, C.A.M. and Hermens, J. 1994. The toxicokinetic behavior of chlorobenzenes in earthworm (*Eisenia andrei*) experiments in soil. *Environ. Toxicol. Chem.* **13**: 93-99.

Bengtsson, G., Gunnarsson, T., Rundgren, S. 1986. Effects of metal pollution on the earthworm *Dendrobaena rubida* (Sav) in acidified soils. *Wat. Air Soil Pollut.* **28**, 361-383.

Bruns, E., Egeler, Ph., Moser, Th., Römbke, J., Scheffczyk, A. & Spoerlein, P. (2000): Bioaccumulation of lindane and hexachlorobenzene in different terrestrial oligochaete species. Poster, SETAC-Europe, Brighton, England.

Connell, D. W. and Markwell, R.D. 1990. Bioaccumulation in the soil to earthworm system. *Chemosphere* **20**: 91-100.

Crommentuijn, T, Doornekamp, A. e Van Gestel, C. A. M., 1997. Bioavailability and ecological effects of cadmium on *Folsomia candida* (Willem) in an artificial soil substrate as influenced by pH and organic matter. *Applied Soil Ecology* **5**: 261-271.

Debus, R and Hund, K. 1997. Development of analytical methods for the assessment of ecotoxicological relevant soil contamination -Part B- Ecotoxicological analysis in soil extracts. *Chemosphere* **35**:239-261.

Didden, W. A. M. 1993. Ecology of terrestrial Enchytraeidae. *Pedobiologia* **37**, 2-29.

Egeler, P., Römbke, J., Meller, M., Knacker, Th., Franke, C., Studinger, G. and Nagel, R. 1997. Bioaccumulation of Lindane and Hexachlorobenzene by tubificid sludgeworms (Oligochaeta) under standardised laboratory conditions. *Chemosphere* **35**: 835-852.

Fisk, A. T., Wiens, S. C., Webster, G. R. B., Bergman, A. and Muir, D. C. G., 1998. Accumulation and depuration of sediment-sorbed C12 - and C16 - Polychlorinated alkanes by Oligochaetes (*Lumbriculus variegatus*). *Environm. Toxic. Chem.* **17**(10): 2019-2026.

Franke, C., Studinger, G., Berger, G., Bohling, S., Bruckmann, U., Cohors-Fresenborg, D., and Johncke, U. 1994. The assessment of bioaccumulation. *Chemosphere* **29**: 1501-1514.

Füll, C. and Nagel, R. (1994): Bioaccumulation of Lindane ( $\gamma$ -HCH) and Dichlorprop (2,4-DP) by Earthworms (*Lumbricus rubellus*); Poster, Third European Conference on Ecotoxicology, Zürich 1994 (Abstract Book, p.4.03).

Huhta, V. 1984. Response of *Cognettia sphagnetorum* (Enchytraeidae) to manipulation of pH and nutrient status in coniferous forest soil. *Pedobiologia* 27, 245-260.

ISO (International Organization for Standardization) 1994. Soil Quality-Determination of pH. Guideline N°10390. ISO, Geneve.

Ivleva, I.V. 1969. Biological principles and methods of mass culture of food invertebrates. White *Enchytraeus*. Nauka. Moskow. 9-45.

Lagerlöf, J., Strandh, M. 1997. Hatching of Enchytraeidae (Oligochaeta) from egg cocoons in agricultural soil exposed to different drought regimes - a laboratory study. *Pedobiologia* 41, 334-341.

Martikainen, E. 1996. Toxicity of dimethoate to some soil animal species in different soil types. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 33, 128-136.

Moriarty, F. and Walker, C.H. 1987. Bioaccumulation in food chains – A rational approach. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 13: 208-215.

OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) 1984. Earthworm, Acute Toxicity Test. Guideline n° 207. OECD, Paris.

Peijnenburg, W.J.G.M., Posthuma, L., Eijsackers, H. and Allen, H.E., 1997. Implementation of bioavailability for policy and environmental management purposes, In: "Bioavailability as a key property in terrestrial ecotoxicity assessment and evaluation." Herrchen, M., Debus, R. and Pramanik-Srehlow, R. (Eds.). Fraunhofer IRB Verlag, pg. 35-54.

Puurtinen, H. M., Martikainen, E. A. T. 1997. Effects of soil moisture on pesticide toxicity to an enchytraeid worm, *Enchytraeus* sp. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **33**, 34-41.

Römbke, J. and Federsmidt, A. 1995. Effects of the fungicide Carbendazim on Enchytraeidae in laboratory and field tests. *Newsletter on Enchytraeidae* **4**, 79-96.

Römbke, J. 1989. *Enchytraeus albidus* (Enchytraeidae, Oligochaeta) as a test organism in terrestrial laboratory systems. *Arch. Toxicol. Suppl.* **13**: 402-405.

Römbke, J. and Moser, T. 1999. Organisation and Performance of an International Ringtest for the Validation of the Enchytraeid Reproduction Test. Vol I and II. UBA-Texte 4/99, 150 + 223 S.

Sijm, D., Kraaij, A. and Belfroid, A. 1999. Bioavailability in soil or sediment: exposures of different organisms and approaches to study it. *Environmental Pollution* **108**(2000): 113-119

Smit, C. E. and Van Gestel, C.A.M. 1998. Effects of soil type, percolation, and ageing on bioaccumulation and toxicity of zinc for the sprintail *Folsomia candida*. *Environm. Toxicol. Chem.* **17**(6): 1132-1141

Spurgeon, D.J. and Hopkin, S.P. 1996. Effects of variations of the organic matter content and pH of soils on the availability and toxicity of zinc to the earthworm *Eisenia fetida*. *Pedobiologia* **40**: 80-96

Van Brummelen, T.C. and Van Straalen, N.M. 1996. Uptake and elimination of Benzo[a]pyrene in the terrestrial isopode *Porcelio scaber*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **31**: 277-285.



Van Gestel, C.A.M. and Wei-Chun Ma 1988. Toxicity and bioaccumulation of chlorophenols in earthworms, in relation to bioavailability in soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **15**: 289-297.

Van Straalen, N. M. and 1996. Critical body concentrations: their use in bioindication. *Bioindicator Systems for Soil Pollution* 5-16. N. M. Van Straalen and D. A. Krivolutsky (EDS.) Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

Viswanathan, R., Ray, S., Scheunert, I., and Korte, F. 1988. Investigation on accumulation and biotransformation by earthworm of Lindane occurring as soil contaminant. Elsevier Science Publishers

Walker, C.H. 1990. Kinetic models to predict bioaccumulation of pollutants. *Functional Ecology* **4**: 295-301.

Widianarko, B. and Van Straalen, N. 1996. Toxicokinetics-based survival analysis in bioassays using nonpersistent chemicals. *Environ. Toxicol. Chem.* **15**(3): 402-406.

