



Ruben L. / 98

EFFECTOS DE AGROQUÍMICOS USADOS EN PROTECCIÓN DE PLANTAS SOBRE LA FLORA Y FAUNA A LAS QUE NO VAN DIRIGIDAS LAS APLICACIONES

Por: ROLF FORSTER
UDO HEIMBACH
CHRISTINE KULA
PETER ZWERGER

Profesionales adscritos al
Centro Federal de Investigaciones
biológicas para agricultura y reforestación
Tubingen, República Federal Alemana

Artículo traducido por: MARIA ELENA BERNAL IA MsC^{*}
ELMER CASTAÑO IA Especialista

Esta es una traducción libre, resumida y comentada acerca de los efectos de los productos utilizados en la protección de plantas sobre la flora y fauna colateral; es una contribución a la discusión en torno a la evaluación y análisis de la mitigación de riesgos para los organismos vivos próximos a los cultivos. Como es un documento propuesto para Europa (hace especial énfasis en Alemania), los traductores lo traemos a colación como

Profesor Universidad de Santa Rosa de Cabal UNISARC

Profesor titular Universidad de Caldas AA 275 Manizales Colombia S.A.

un aporte a la investigación ambiental que urge iniciarse en nuestras selvas, donde se siembran los cultivos, por ahora ilegales y donde se vienen haciendo aplicaciones indiscriminadas de herbicidas de alta toxicidad ecosistémica. Por supuesto esta información resulta válida para los demás ecosistemas del país.

La información resaltada son comentarios de los traductores.

Resumen

El uso de productos para la protección de plantas puede tener efectos adversos en las poblaciones no objetos de tratamiento dentro del mismo lote, a pesar de que estos productos sean aplicados de acuerdo con los principios óptimos recomendados en las prácticas agrícolas. Adicionalmente, los agroquímicos pueden cubrir la flora y la fauna a los que no van dirigidas las aplicaciones en hábitats fuera del cultivo. Este documento describe cómo conducir la evaluación de los riesgos sobre estos organismos especialmente en sus hábitats, fuera de las plantas en cosecha e identifica las investigaciones y acciones necesarias para proteger el medio ambiente de efectos nocivos. Se entregan las siguientes propuestas para Europa:

- Intensificar la cooperación internacional y hacerla de acuerdo con la estimación de evaluaciones de riesgos (especialmente dosis - análisis de efectos)

- Identificar las especies y hábitats en peligro
- Elaborar parámetros para evaluar los términos de magnitud de daño de poblaciones y
- Elaborar estrategias de mitigación de riesgos e implementarlas especialmente sobre las autorizaciones para el uso de productos de protección vegetal.

Introducción

El mandato 91/414/ de la Comunidad Económica Europea es la base para la autorización de pesticidas vegetales/ en los Estados miembros de la Unión Europea (existe desde 1991). Los principios comunes fueron emitidos en 1994 y establecen una autorización que concuerda con los criterios para el mercadeo de agroquímicos en los Estados de la Unión.

El presente documento muestra formas para evaluar los efectos sobre organismos no objetos de control, en particular en áreas no aplicadas; las investigaciones y acciones necesarias para evitar el daño permanente al medio ambiente natural y finalmente, las estrategias para ser implementadas dentro de la estructura procedimental en las leyes de los países Europeos. El problema es el mismo para la microflora del suelo, fauna del suelo, artrópodos y plantas no blanco de aplicaciones, y se puede llevar un procedimiento común para varios grupos de organismos.

Los requerimientos para la autorización de pesticidas, en sus bases nacionales, se formulan en la sección 15 del

Acta Alemana de protección para plantas, la cual data del 15 de septiembre de 1986. Esta acta requiere, entre otras cosas, que cuando un producto sea usado para la protección de plantas siguiendo unas adecuadas prácticas agrícolas; no debe tener efectos directos o subsecuentes no aceptados con el estado del conocimiento científico y, especialmente, no debe tener efectos sobre el medio ambiente natural. ("Principios comunes" para el mercadeo de pesticidas en los países miembros de la Unión Europea. Anexo VI de la directriz 91/414/EEC).

Un nuevo criterio usado en el proceso de autorización es la intensidad de los efectos de productos para la protección de plantas sobre artrópodos y organismos del suelo no objetos de aplicación. Así, si la intensidad de los efectos negativos excede ciertos límites en las áreas en cuestión, el solicitante de autorización debe demostrar por medio de evaluación de riesgos que esos efectos son "no inaceptables" y es necesario reportarlos en plantas no objeto de aplicación.

Estado del problema:

La sección 6 del Estatuto Europeo que rige los productos para la protección de plantas puede no ser aplicado, si el usuario tiene razones para pensar que su uso inflige daños adicionales considerables, especialmente sobre el medio ambiente, sin embargo, se dificulta en la práctica su verificación. Inevitablemente, especies no blanco de aplicaciones pueden también estar expuestas.

Actualmente, el cuidado de decidir si el uso de semejantes agentes es permitido o no, es sobrellevado en su totalidad por el usuario y el servicio oficial de consejería para la protección de plantas, pero no dan indicaciones de como mitigar los riesgos.

Esta situación es similar para Colombia, donde la responsabilidad de los productos esta en manos de quienes los venden y ellos agrupados a través de la ANDI, dan instrucciones sobre el uso adecuado de los pesticidas. No obstante, las aprobaciones para un biocida entrar o no al mercado, son autorizadas por dos ministerios con bajas relaciones entre sí como son salud y agricultura. Para el país no se hacen estudios de deriva o exposición colateral de flora y fauna.

Discusión

Los pesticidas pueden llegar a los hábitats naturales y seminaturales que lindan con las áreas objeto de aplicación, tales como campos limítrofes, barreras y soto bosque, donde los organismos que no son blanco de acción, también pueden estar expuestos. Los trabajos sobre deriva de los pesticidas son conducidos por Ganzelmeier et.al, (1995) y muestran que los efectos colaterales pueden ocurrir igualmente cuando se aplican los agentes de acuerdo con los principios de una práctica agrícola recomendada.

El conocimiento del alcance de la deriva hace necesario evaluar los efectos ecotóxicos de este fenómeno, para los

elementos de áreas cultivadas adyacentes, o sobre las no sembradas por el hombre como las importantes fuentes de mantenimiento de la biodiversidad y estabilidad de ecosistemas agrícolas, Wetzel, (1993); Wratten et al., (1993); Welling et al., (1994). Sherrat y Jepson (1993) y Maurer y Holt (1996), documentan el riesgo de muerte de las metapoblaciones locales. El grado de riesgo puede modelarse desde la interacción de varios parámetros así: El tamaño del área tratada, la frecuencia de aplicación, la toxicidad del producto, la conducta de dispersión y la capacidad de reproducción de la respectiva población.

No todos los productos para la protección de plantas aplicados, permanecen en las áreas tratadas (Glotfelty y Schomburg, 1989; Pestemer y Krasel, 1992) la magnitud de la volatilización (evaporación) va desde el 1 % hasta el 80 % de la cantidad aplicada. Esta evaporación toma un tiempo mucho más largo que el de la aplicación y por esto es imposible estructurar el período preciso donde ocurren estos procesos. Adicionalmente los productos volatilizados son conducidos por el viento a grandes distancias contaminando otras áreas. Oberwalder (1992) por ejemplo, descubre una deposición anual de sustancias activas con un máximo de 0.7 g/ha. La volatilización de herbicidas, en particular, puede conducir a un daño de cosechas contiguas como lo demuestran las investigaciones de Sandmann et al. (1991), Breeze (1995). Se puede enfatizar aquí que la volatilización y depósito de productos para la protección de plantas sobre la extensión de una área, puede ser exactamente determinada, pero no sus efectos biológicos. Ya existen modelos para estimar efectos potenciales de riesgo por volatilización, pero no han sido completamente validados.

Efectos sobre artrópodos no objetos de aplicación:

Aun cuando los productos sean aplicados de acuerdo con los principios de prácticas agrícolas adecuadas se pueden dañar poblaciones de artrópodos, como lo demuestran Jepson y Sherrat, (1991). Wetzel (1993), determinó niveles de mortalidad del 97% de artrópodos no blancos de aplicación, en una extensa área agrícola (el 35% benéficos, el 62% organismos indiferentes y sólo el 3% eran plagas).

Muhlenberg y Hovestadt (1992) establecieron, que las poblaciones pequeñas tienden a morir más rápidamente que las grandes. Con esto se puede asumir, que las poblaciones están en permanente riesgo en el área no objeto de aplicación, si los depósitos colaterales del producto dentro de hábitats contiguos no se reducen y si la aplicación del producto para la protección de plantas no se previene de coincidir en el tiempo y el lugar con sus estados sensitivos. El hecho de que sean colonizados lentamente en una área intensivamente agrícola, los hábitats de refugio de la artropofauna, es una indicación de que las pequeñas poblaciones están particularmente en peligro en biotipos marginales. Los estudios sobre este tema los aportan Gruttke y Willecke (1993) Davis y Williams 1990, Davis et. al., (1993). Cilgi y Jepson (1994), han particularizado el riesgo sobre lepidóteros, Sirphidos y abejas, en las zonas que lindan con las áreas usadas en agricultura. En el caso de píeridos, por ejemplo, De Jong y Van der Nagel (comunicación personal) demostraron que los efectos son detectables en un 0.55% en las

cantidades aplicadas de diflubenzuron. Cilgi y Jepson (1994) documentan una gran similitud con el caso deltamethrin. Los test conducidos en el campo por Davis et. al., (1993), mostraron graves daños causados a larvas de lepidopteros por dispersión colateral de pesticidas (Cypermethrin, triazophos). Los autores en mención también demuestran cómo la tasa de mortalidad puede ser adecuadamente reducida al mantener distancias de seguridad desde los correspondientes hábitats. Estos hechos los confirmaron Cilgi y Jepson (1994) así como también otros estudios conducidos por The Federal Biological Research Centre For Agriculture and Forestry de Alemania.

Las normas actuales fueron desarrolladas en la mitad de los años 70, por el IOBC (International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants) y por the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, los que aportan las bases para evaluar los efectos de pesticidas en artrópodos no objetos de aplicación. La propuesta en el desarrollo de estas normas es un test de selectividad de biocidas hacia organismos benéficos en el contexto de un plan integrado de protección, usando las máximas cantidades del producto. Estas normas, se limitan al examen de una sola dosis. Así los pesticidas y sus efectos sobre artrópodos benéficos, se caracterizan basándose en las áreas de aplicación más desfavorables en cada caso, donde la estrategia no permite ver las incidencias totalizantes de un programa de protección integral de plantas, adicionalmente, esto crea dudas en la entrega de permisos para agentes insecticidas y también cuestiona

una gran cantidad de productos que siguiendo esta estrategia, resultan aptos para ser autorizados.

Los resultados de las pruebas de una sola dosis solo pueden ser usados de una forma limitada en los escenarios donde se hicieron los exámenes. La oportunidad de extrapolación a otros lugares no permite evaluar el riesgo para diferentes áreas, cantidades ó dosis en áreas agrícolas o no.

Además, sólo se evalúan las especies estimadas como "benéficas" en términos de control integrado de plagas donde no se consideran las otras especies en peligro. Sin embargo, puesto que no es posible examinar todas las especies, este problema se puede resolver al usar especies indicadoras o también por la inclusión de factores de seguridad al realizar el test.

Al tomar una cantidad de futuros escenarios expuestos y especies no blanco de aplicaciones, los test tienen que ser modificados para tratar con parámetros toxicológicos. Esto es necesario para conducir una adecuada investigación donde se deben incluir ambos aspectos.

En adelante, los test de procedimiento para la autorización deben ser más que justos en la evaluación, con juicios sobre sostenibilidad en protección integral de plantas y efectos inaceptables sobre el medio ambiente, en vez de proveer los requerimientos exclusivos para tener la autorización.

Esta es una meta propuesta por los planes de evaluación de riesgos desarrollados por la EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) (EPPO, 1993, 1994), donde actualmente se revisan los planes para el sector de "Artrópodos Terrestres no objetos de aplicación". Más tarde estos proyectos darán una guía para evaluar y caracterizar el riesgo de productos biocidas y ofrecer sugerencias para mitigar el efecto sobre estos organismos.

Se sugiere la incorporación de test de multidosis sobre los primeros estados y la evaluación del cálculo en las relaciones dosis - efecto como se da para los nuevos proyectos de EPPO, aunque con ello se incrementa considerablemente la tasa de la relación beneficio - costo de exámenes individuales.

Organismos del suelo

Para los organismos del suelo, el grado de exposición es usualmente más bajo que para organismos que están en las partes de las plantas y para las plantas mismas; no obstante, de una amplia variedad de organismos del suelo, solamente se usan las lombrices para determinar los efectos tóxicos de un producto propuesto para autorización. Esto crea problemas para evaluar el riesgo, sobre las áreas colindantes de aquellas donde se deciden aplicar los productos. Es conocido por ejemplo, que hay múltiples inhibidores que no tienen efecto en las lombrices pero pueden ser perjudicadas varias especies de collembolos (Forester et al 1993). Este problema puede

considerarse también desde el punto de vista del daño infligido en organismos y áreas no objeto de aplicación. La investigación sin embargo, debe ser conducida fuera de esta área, con la ayuda de grupos de organismos que ya se han estudiado.

Las bases para analizar los efectos de productos agrotóxicos sobre organismos del suelo tienen una gran ayuda al evaluar el test en la lombriz, *Eisenia foétida* (OECD, 1984). Los test estándares determinan una curva de efecto - dosis y son, por lo tanto, también adaptables a los procesos de evaluación de riesgos en otros escenarios de exposición.

La información sobre las diferencias de sensibilidad entre las especies más frecuentes de lombrices encontradas en las áreas cultivadas, son examinadas mediante un test que traza conclusiones sobre los riesgos a los que se enfrentan. Una de las desventajas de éste examen es la muy limitada información en efectos subletales.

Una segunda prueba (Kula, 1994; ISO Plan 11268-2 en preparación) consiste en determinar los efectos en reproducción. Por lo tanto, éste involucra dos dosis diferentes como el mejor mecanismo para estimar daños subletales.

En unos pocos casos definidos, especialmente donde una sustancia activa es particularmente persistente, la norma 91/414/EC propone unos test adicionales sobre organismos del suelo, para determinar las

descomposición de la materia orgánica. Esto se hace para obtener información de la influencia sobre los parámetros de funcionamiento. Algunos métodos (por ejemplo, camada de bolsas testigos, test en láminas cebos o test en microcontenedores) son particularmente sustitutos de áreas donde la estructura natural del suelo no ha sido influenciada por el hombre. (Por ejemplo, áreas forestales). Este test se acerca y hace posible decir algunos cosas relevantes sobre el status de funcionamiento del suelo en áreas no objeto de aplicación. Puesto que internacionalmente la metodología del test aun no concuerda (Kula y Rombke en prensa), deben ser tomadas con cuidado cuando se elaboren normas.

Los efectos en la micro-flora del suelo, también se investigan como parte del proceso de autorización. Es un hecho que, usando los métodos disponibles, son muy pocos los efectos inaceptables que se observan en las áreas examinadas y los propósitos de los tests funcionales, son los de obtener información a cerca de los organismos del suelo; por lo tanto, por el bajo grado de exposición de áreas no objeto de aplicación, este sector es considerado como menos relevante que un test sobre la composición de materias orgánicas. Aquí también es necesaria la investigación específica orientada a proveer información acerca de la sensibilidad de la microflora del suelo en áreas representativas no objeto de aplicación.

Macroflora acompañante:

Las plantas en áreas no objeto de aplicación de herbicidas se dañan como quedó demostrado con los reportes en cultivos sensitivos, por deriva, cuando los herbicidas que se aplican en la vecindad se volatilizan (Sandman et al., 1991; Breeze, 1993, De Jong et al., 1995). Estos estudios están restringidos a plantas para cosecha, especies de malezas u otras plantas silvestres que realmente no se mencionan usualmente. Los efectos de la exposición a herbicidas se estiman mediante con análisis ecotoxicológicos (Mathes, 1992), sin embargo el mayor énfasis se da al hallazgo de bioindicadores apropiados (Neeman et al., 1992, Schröder et al., 1992).

Del total de la flora en Alemania, entre 250 y 300 especies de plantas pueden crecer silvestres o en tierra arable en jardines y viñedos; esto es alrededor del 10% de todas las especies silvestres de plantas (Eggers, 1994). El promedio de especies que crecen en tierra arable, está entre 30 y 60 (Heerle, 1994). Existen diferencias significativas entre la flora de los áreas cultivadas y de las áreas adyacentes naturales no cultivadas. La composición de especies en una área es el resultado de la interacción de las condiciones ambientales predominantes en el sitio. Con esto se debe recordar que las plantas están constantemente presentes con sus unidades reproductivas en el suelo y por eso están permanentemente expuestas a efectos desde afuera (Zwerger, 1995).

En las normas que se han desarrollado hasta aquí, se propone que las plantas para cosecha y las malezas, sean usadas para evaluar el efecto de productos para la protección de plantas sobre vegetales no objeto de aplicación (EPPI en preparación). El procedimiento comienza con un test múltiple pero solamente con bajas concentraciones. Si el daño es descubierto en este estado se prepara una curva de efectos - dosis para un reducido número de especies.

Finalmente el herbicida se clasifica por la comparación de determinada sensibilidad con un cálculo teórico sobre el nivel de exposición.

El procedimiento anterior describe las ventajas de usar especies de plantas de las cuales se espera obtener resultados reproducibles. Adicionalmente, se usa una prueba múltiple donde el testigo ya forma parte de los procesos de desarrollo de un herbicida así que se pueden colocar exploraciones adicionales dentro de límites razonables.

Conclusiones y Recomendaciones

Se necesitan medidas para reducir la exposición de organismos no objeto de aplicación, especialmente en áreas no blanco de ellas, como una manera de evitar efectos no deseados en el medio ambiente. Por lo tanto, dentro del alcance de los procedimientos de autorización acordados con el mandato 91/414/EEC, deben desarrollarse e implementarse procedimientos para la evaluación de

riesgos y su mitigación. En el sector terrestre, son esenciales herramientas y procedimientos apropiados para llevar a cabo estas metas que están presentes en la evaluación. En 1996, en Gran Bretaña se dieron bases con respecto a las distancias de seguridad que deben ser adoptadas para la aplicación de insecticidas en canales (Campbell, 1995). Este hecho es una respuesta a las copiosas y científicamente documentadas pruebas de los efectos mostrados de productos para la protección de plantas sobre artrópodos no objetos de aplicación.

Procedimientos para la evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos para la determinación de efectos de pesticidas sobre organismos terrestres requiere el análisis de las relaciones dosis - efecto. Los siguientes puntos necesitan urgentemente ser clasificados a nivel nacional, en la idea de conducir formas concretas de procedimientos de evaluación de riesgos.

- Identificar las especies en peligro en las áreas objeto de aplicación y las colaterales, y dar una descripción particular de los biotipos en peligro.
- Encontrar las vías para extrapolar los resultados sobre los organismos evaluados a otras especies relevantes.
- Desarrollar parámetros para evaluar daños permanentes en poblaciones.
- Desarrollar un protocolo para evaluar los riesgos con base en dosis - efectos relacionados con artrópodos no objetos de aplicación.
- Desarrollar normas para organismos del suelo.

evaluando el efecto en parámetros funcionales (por ejemplo : bolsa de litro, trampas de lámina o evaluación en mini contenedores), los cuales están también disponibles para las evaluaciones en escenarios externos al área tratada.

- Verificar las conveniencias del uso de un sistema de evaluaciones sobre plantas no objeto de aplicación para varias especies y grupos de productos.

Procedimientos para mitigación de riesgos

Una área en la cual es urgente y necesaria la acción es en el desarrollo de estrategias para la mitigación de riesgos y su implementación en los procedimientos de autorización. Los siguientes son ejemplos de estrategias de mitigación para productos usados en la protección de plantas con efectos ecotoxicológicamente cuestionables.

- Restringir el tiempo de aplicación
- Reducir el número de aplicaciones
- Usar solo técnicas que reduzcan la deriva
- Restringir las aplicaciones a las áreas seleccionadas
- Observar las reglas de prescripción sobre distancias de seguridad para hábitats de otras poblaciones.

Nota final:

Tras analizar esta propuesta para Europa, se hace urgente retomar el Código Internacional de Conducta para la distribución y aplicación de los plaguicidas propuesto por la FAO (1990) y diseñar unas normas

que tomen en cuenta los organismos no objeto de aplicación que, por la diversidad tropical de nuestro territorio, son mucho más abundantes y frágiles que los de Alemania.

Por ello es importante, antes que precipitarse a aplicar herbicidas sobre nuestras selvas, tener claridad sobre sus efectos e invitar al uso de modelos de destrucción mecánica de cultivos ilegales.

Como los análisis integrales sobre fauna y flora colateral no objeto de aplicación no se hacen en Colombia, nos vemos obligados a hacer un llamado a las Universidades y centros de investigación con el apoyo de los ministerios involucrados, para que retomemos estos frentes de trabajo en el trópico como tarea urgente que sirva de base para normatizar la aplicación de biocidas.

Artículo tomado de la revista "plant research and development" vol 45 Institute for Scientific Cooperation, Tübingen República Federal de Alemania ISSN 0340-2843 1997.

Referencias Bibliográficas

- BREEZE, V. G (1993): Phytotoxicity of herbicide vapor - Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 132,29 - 53.
- CAMPBELL, P. (1995): Position Document: Labelling and risk management strategies for pesticides and terrestrial non - target arthropods: A UK Proposal. From: Third UK Forum on Non - Target Arthropods, Chester - ford Park, 29 - 30 March 1995.
- CILGI, T and P.C. JEPSON (1995): The risk posed by deltamethrin drift to hedgerow butterflies-Environmental Pollution 87, 1-9.
- DAVIS, BNK, and. C.T. Williams (1990): Buffer zone widths for honeybees from ground and areal spraying of insecticides.- Environmental Pollution 63, 247 - 259.
- DAVIS, BNK.-KH. LAKHANU-TJ. YATES.-AJ. FROST and R.A. PLANT (1993): Insecticide drift from, ground - based, hydraulic spraying of peas and brussels sprouts: bioassays for determining buffer zones. - Agriculture, Ecosystems and Environment 43, 93 - 108.
- DE JONG, F.M.W. - E. VAN DER VOET and K. J. Canters (1995) : Possible side effects of airborne pesticides on fungi and vascular plants in The Netherlands. - Ecotoxicol. Environ. Saf. 30 (1), 77 - 84.
- EGGERS, TH. (1994): Gefährdete Ackerwildpflanzen in Deutschland.-Nach-richtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 46, 109-115.

- EPPO (1994): Decisión - making scheme for the environmental risk assess - ment of plant protection products. - EPPO - Bulletin 23 (1).
- EPPO (1994): Decisión - making scheme for the environmental risk assess - ment of plant protection products. EPPO - Bulletin 24 (1) 1 - 87.
- FORSTER, R. (1995): Auswirkungen von Pflanzen-schutzmitteln auf Nutzor - ganismen - Kennzeichnung in Rahmen des Zulassungsverfahrens. - Nach - richtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 47 (9), 233 - 236.
- FORSTER, R. - T. KAMPMANN und C. KULA (1993): Gefährdungsabschätzung für eine Schwammspinner-berkämpfung mit chemischen und biologischen Pflanzenschutzmitteln in den Prüfbereichen Bodenfauna, Honigbiene und Nutzorganismen. - In: Schwamm-spinnerkalamität im Forst. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land - und Forstwirtschaft Berlin - Dahlem, H. 293 - 216.
- GANZELMEIER, H. - D. RAURMANN - R. SPANGENBERG - M. STRELOKE - M. HERRMANN - H - J. WENZELBURGER and HF. WALTER (1995): Untersuchungen zur Abrift von Pflanzenschutzmitteln: Ergebnisse eines bundesweiten versuchsprogrammes miteslungen aus der Biologischen bundesantalt für Land - und Forstwirtschaft Berlin - Dahlem: H. 304.
- GLOTFELTY, D. E. And C. J. SCHOMBURG (1989): Volatilization of pesticides from soil - SSSA Spec. Publ. 22 (React. Mov. Org. Che), 181 - 207.

GRUTTKE, H. Und S. WILLECKE (1993): Tierökologische Langzeitstudie zur Besiedlung neu angelegter Geholzpflanzungen in der intensiv bewirtschafteten Agrallandschaft - ein E + E - Vorhaben. - Natur und Landschaft 68 (7/8), 367-376.

HURLE, K. (1994): Unkraut und Unkrautbekämpfung - veränderte Perspektiven. - Z. Pflkrankh. Pflschutz, Sonderheft XIV, 17 - 22.

JEPSON, P. C. And T. N. SHERRATT (1991): Predicting the long - term impact of pesticides on predatory invertebrates. - In: Proceedings of the B.C.P.C. Conference, 911 - 919 B.C.P.C. Publications, Thornton Heath, Surrey, 911 - 919.

KULA, C. (1994): Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Reproduktion und das Wachstum von *Eisenia fetida*/*Eidemia andrei* - Biologische Bundesanstalt Richtlinien für die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln Teil VI, 2 - 2, Januar 1994.

MATHES, K. (1992): Okotoxikologie organischer Chemikalien in terrestrischen Systemen: Wirkungen auf Organismengemeinschaften - Angew. Bot. 66, 165 - 168.

MAURER, B.A. and R.D. HLOT (1996): Effects of chronic pesticide stress on wildlife populations in complex landscapes: Processes at multiple scales. - Environmental Toxicology and Chemistry 15 (4), 420 - 426.

MUHLENBERG, M. und M. RUNGE (1992): Das Zielartenkonzept. - NNA - Berichte 5/1, 36 - 41.

NEEMANN, G. - W. STICKAN und M. RUNGE (1992): Kausalitätsanalyse chemikalieninduzierter Änderungen im Artengefüge einer Goldhafer - wiese. - Angew. Bot. 66, 169 - 173

OBERWALDER, CHR. (1992) : Über das Vorkommen von Pflanzenschutzmitteln im Niederschlagswasser und deren ökotoxikologische Bedeutung. - Dissertation Universität Hohenheim.

OECD (1984): Guideline for testing of chemicals No. 207. Earthworm, acute toxicity tests. Adopted 4 April 1984.

PESTEMER, W. And G. KRASEL (1992): Loss of pesticides from plant soil by volatilization. - Brighton Crop Prof. Conf. - Pests Dis. (2), 459 - 468.

SANDMANN, ERIC. - PRDE BEER and LPVAN DYK (1991): Atmospheric pollution by auxin - type herbicides in Tala Valley, Natal. - Chemosphere 22, 137 - 145.

SCHRODER, P. - S. PFLUGMACHER und H. RENNEBERG (1992): Biomarker für organische Schadstoffe in Fichten (*Picea abies* L.): Dynamik des Entgiftungsenzyms Glutathion S - Transferase. - Angew. Bot. 66, 174 - 179.

SHERRAT, T. N. and P.C. JEPSON (1993): A metapopulation approach to modelling the long - term impact of pesticides on invertebrates. - Journal of applied Ecology 30, 696 - 705.

WELLING, M. - H. BATHON - G.A. LANGENBRUCH und F. KLINGAUF (1994): Auswirkungen von Feldrainen und Ackerschonstreifen auf Laufkäfer (Carabidae) und Bodenspinnen (Araneae). In: Integrierte Pflanzen - produktion II. Forschungsbericht der DFG, 93 - 108.

WETZEL, TH. (1993): Genug Nützlinge auch Großflächen? -
Pflanzenschutz - Praxis, Heft 4, 16 - 19.

WRATTEN, S.D. - H.F. VAN EMDEN and M.B. THOMAS (1993):
Within - field and border refugia for the enhancement of
natural enemies. - in: Enhancing natural control of arthropod
pests through habitat manipulation (Ed. By R. Bugg and C.H.
Pickett). AG Access/Eiley, New York.

ZWERGER, P. (1995): Unkraut oder Wildkraut - Ein
Diskussionsbeitrag zum Begriff und Wesen des Unkrauts. -
Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 47, 321 - 325.

