

**MINISTERIO DE AGRICULTURA
SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

INFORME FINAL

**ESTUDIO DE METODOLOGIAS PARA LA EVALUACION DE RIESGO
AMBIENTAL DE LA APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS
LICITACION PÚBLICA 612-807-LE05**

Jorge Jerez B.	Ing. Agrónomo PhD.
José M. Peralta A.	Ing. Agrónomo PhD.
Francisco Tapia F.	Ing. Agrónomo MSc.
Jaime Mejías B.	Ing. Agrónomo PhD.
Alejandro Jerez M.	Ing. Ambiental
Francisco Encina T.	Dr. Cs. Biológicas

ENERO 2006

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	4
Evaluación Ambiental por aplicación de plaguicidas.	4
METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL.	6
a) Proyecto CARPER (Concentred Action on Pesticide Environmental Risk Indicators). ...	6
b) Suma de las Unidades Toxicas Equivalentes (The Sum of Spread Equivalent).....	10
c) Metodología de la Universidad de Milán.....	12
1. Índice de Riesgo Ambiental Agudo en Ecosistema Hipogeo PRISH-1.....	14
2. Índice de Riesgo Ambiental Crónico en Ecosistema Hipogeo PRISH-2.....	15
3. Índice de Riesgo Ambiental Agudo en Ecosistema Epigeo PRIES-1.....	16
4. Índice de Riesgo Ambiental Crónico en Ecosistema Epigeo PRIES-2.....	18
5. Índice de Riesgo Ambiental Agudo en Ecosistema de Aguas Superficiales PRISW-1...	20
6. Índice de Riesgo Ambiental Crónico en Ecosistema de Aguas Superficiales PRISW-2.	21
DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL	25
1. Índice de Riesgo Ambiental Agudo en Ecosistema Hipogeo PRISH-1.....	29
2. Índice de Riesgo Ambiental Crónico en Ecosistema Hipogeo PRISH-2.....	32
3. Índice de Riesgo Ambiental Agudo en Ecosistema Epigeo PRIES-1.....	33
4. Índice de Riesgo Ambiental Crónico en Ecosistema Epigeo PRIES-2.....	34
5. Índice de Riesgo Ambiental Agudo en Ecosistema de Aguas Superficiales PRISW-1...	35
BASE DE DATOS DE PLAGUICIDAS	38

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS	47
ANEXO 1. MANUAL DE USO MODELO RECAP.	53
ANEXO 2. MANUAL DE USO BASE DE DATOS DE PLAGUICIDAS	64

Introducción

La agricultura moderna se sustenta en la aplicación de paquetes tecnológicos que utilizan agroquímicos para controlar la presencia de agentes biológicos que afectan la productividad o la calidad de la producción agrícola. No obstante, los evidentes beneficios que los agroquímicos tienen para la producción mundial de alimentos, tales como aumento de la productividad y disminución de los costos de producción, se han establecido efectos detrimentales de ellos sobre los ecosistemas y la salud humana (Richardson, 1998). El manejo inadecuado de los plaguicidas puede llevar a la disminución de la calidad de los suelos, el aire y el agua afectando a los seres humanos, la flora y la fauna. Los efectos de los plaguicidas sobre pequeños componentes de los ecosistemas pueden traducirse en desequilibrios que afectan amplios ecosistemas. Por esta razón, los países desarrollados han establecido procedimientos administrativos, que incluyen la evaluación riesgo ecológico, ambiental y humano en los procesos de registro y autorización del uso de los plaguicidas. Esto garantiza que el uso de los agroquímicos presente bajo niveles de riesgo para la salud humana y el medio ambiente. El uso de los agroquímicos ha estado en revisión y tanto la Comunidad Económica Europea (Directiva 91/414) como los Estados Unidos (Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act, 1988 y Pesticide Registration Improvement Act, 2003) comenzaron a principios de los años 90 procesos de reevaluación del uso de los plaguicidas.

Cabe señalar que tradicionalmente tanto los técnicos como los productores agrícolas poseen escasa formación e información de los efectos de los plaguicidas sobre el medio ambiente. Los criterios de selección de los plaguicidas se han basado principalmente en la efectividad del producto y el costo de los tratamientos (van der Werf and Zimmer, 1998). En Europa, con el fin de apoyar la selección de plaguicidas, considerando parámetros ambientales, se han desarrollados programas de apoyo a los técnicos y productores. Es así como en Holanda se cuenta con el programa Patrón

Ambiental para Plaguicidas (Environmental Yardstick for Pesticides), el que provee información de la efectividad y efectos ambientales de los plaguicidas a los extensionistas y productores (Reus et al., 2002, Reus and Leender, 2000). En Inglaterra, el proyecto Manejo Ambiental para la Agricultura (Environmental Management for Agricultural, EMA), de la Universidad de Cranfield provee información técnica tanto a los responsables de la autorización del uso de plaguicidas, como también a extensionistas y agricultores (Lewis et al., 2003).

A nivel mundial existen alrededor de 800 ingredientes activos usados como plaguicidas, de los cuales cerca de 600 se encuentran registrados para su utilización en la agricultura. De estos 350 ingredientes activos representan el 98% del total aplicado. Esto conlleva que el proceso de autorización y control del manejo de los plaguicidas sea complejo y demande un alto volumen de información y caracterización de sus efectos sobre el medio ambiente.

En la actualidad existen varias metodologías de evaluación del impacto ambiental por el uso de plaguicidas. La más utilizada corresponde a la evaluación de frecuencia de uso y de dosis aplicada por unidad de superficie. Sin embargo, este indicador carece de la capacidad de discriminar entre los ingredientes activos, debido a la diferencia en toxicidad, persistencia, movilidad, etc., que las distintas moléculas poseen (De Smet et al., 2005). Esto ha llevado a que la mayoría de los países posean indicadores que permitan evaluar el riesgo ambiental por uso de plaguicidas.

El objetivo de la consultoría fue evaluar metodologías para la estimación del riesgo ambiental por aplicación de plaguicidas. Para lograr este objetivo se planteó realizar una evaluación de la información existente sobre el uso de los plaguicidas, así como evaluar las herramientas disponibles en la literatura internacional. Además, se desarrollaron herramientas computacionales (software), a fin de administrar la información (bases de datos plaguicidas y suelos de la VI y VII región) y facilitar la aplicación de la metodología propuesta. Los software desarrollados corresponden a

un administrador de base de datos de plaguicidas y un software para el manejo del modelo de evaluación de riesgo ecológico por uso de plaguicidas (RECAP).

Recopilación de Antecedentes Bibliográficos

Evaluación Ambiental por aplicación de plaguicidas.

En la evaluación ambiental por aplicación de plaguicidas se han utilizado diferentes criterios para estimar el impacto ambiental. Sin embargo, se observa una convergencia en todos los países hacia el uso del concepto Toxicity Exposure Ratio (TER, por su sigla en inglés) o Tasa de toxicidad-exposición que corresponde a la relación entre concentraciones ecotoxicológicas críticas (CEC) o de “end point” tales como EC_{50} , LC_{50} NOEC, etc, versus concentraciones de exposición o concentración ambiental esperada (CAE).

Las concentraciones ecotoxicológicas críticas (CEC), se determinan mediante la evaluación de la toxicidad de los ingredientes activos utilizados en especies sensibles de los diferentes compartimentos ecológicos. Se han desarrollado varios procedimientos estandarizados en la que se utilizan especies definidas en protocolos aceptados internacionalmente. Por ejemplo, para agua superficial se utilizan especies estandarizadas de daphnia, algas y peces. Las evaluaciones ecotoxicológicas se realizan en escalas de tiempo para determinar los daños agudos y crónicos, que evalúan el efecto de la exposición a dosis instantáneas (exposición aguda), comparada con la exposición sobre períodos prolongados (exposición crónica). Los efectos agudos se determinan mediante las dosis o concentraciones letales (LD_{50} o LC_{50}), determinadas para los diferentes organismos. Los efectos agudos se evalúan mediante estudios por períodos prolongados (en función de la especie), en la que se determinan la concentración a la que no se observan efectos adversos (NOEC o NOEL).

La determinación de las concentraciones de exposición o concentración ambiental esperada (CAE) de los plaguicidas en el ambiente es compleja debido a los diversos mecanismos involucrados en su degradación y transporte. Se han desarrollado varios

modelos para predecir la concentración ambiental de los plaguicidas con distintos grados de complejidad y con diversos grados de éxito. Los modelos que han obtenido mejores resultados en las validaciones, usualmente requieren una alta disponibilidad de información sobre plaguicidas, ambiente (clima, suelo, etc.) y cultivos. Esto limita su aplicación en áreas en las cuales, la preocupación por el movimiento de los plaguicidas justifica la alta inversión que requiere la calibración e implementación de estos modelos. Los modelos de evaluación ambiental tienden a utilizar sistemas simplificados para determinar las concentraciones máximas de los plaguicidas en el medio ambiente (evaluación del peor escenario); sistemas simples que requieren poca información pero que en su elaboración se han establecido supuestos que limitan su aplicación a las áreas en las que ellos se cumplen.

La determinación del riesgo ambiental se realiza contrastando la concentración ambiental esperada (CAE), con valores umbrales para los compartimentos medioambientales en estudio. En Europa, la concentración relevante para evaluar el riesgo ambiental en aguas subterráneas es la establecida por la directiva 91/414, que establece que ningún plaguicida debe superar el valor de 0.1 µg/l. En los compartimentos suelo y agua superficial se compara la concentración ambiental probable con las dosis letales (para riesgo agudo), o dosis crónicas de especies sensibles que actúan como bioindicadores.

En el caso del suelo en muchos indicadores de riesgo ambiental se utiliza la lombriz de tierra como “bioindicador” y por tanto se compara la concentración ambiental esperada con las dosis letales o crónicas de esta especie. Otros indicadores incluyen en la evaluación, artrópodos benéficos y microorganismos, y el riesgo es evaluado con un algoritmo que pondera la participación o importancia relativa de los distintos organismos en el compartimiento ambiental.

Metodologías de Evaluación ambiental.

a) Proyecto CARPER (Concentred Action on Pesticide Environmental Risk Indicators).

El proyecto reunió investigadores de diferentes países de la Comunidad Económica Europea y en este se compararon ocho índices de riesgo ambiental por uso de plaguicidas. Los indicadores de riesgo ambiental evaluados se presentan en la Tabla 1.

Los indicadores fueron desarrollados con objetivos diversos, tales como orientar a los productores en sus estrategias de aplicación de plaguicidas y no todos se encuentran completamente desarrollados. La evaluación de éstos permitió determinar los elementos comunes utilizados en la evaluación de los riesgos ambientales por el uso de plaguicidas.

Tabla 1. Índices de riesgo ambiental desarrollados en Europa

Índice de Riesgo Ambiental	Sigla	Desarrollado	País
Yardstick for Pesticides	EYP	Centre for Agriculture and Environment (CLM)	Holanda
The Hasse Diagram	HD	Danish Institute of Agricultural Science	Dinamarca
Synops 2	SYNOPS	Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry	Alemania
Environmental performance indicator for Pesticides	p-EMA	University of Hertfordshire Department Environmental Science	Reino Unido
Pesticide Environmental impact Indicator	Ipest	National Institute of Agricultural Research (INRA) y Association pour la Relance Agronomique en Alsace	Francia
Environmental Potential Risk Indicator for Pesticide	EPRIP	Università Cattolica del Sacro Cuore. Institute of Environmental and Agricultural Chemistry	Italia
System for Predicting the Environmental Impact of Pesticides	SyPEP	Veterinary and Agrochemical Research Centre	Bélgica
Pesticide Environmental Risk Indicator	PERI	Swedish University of Agricultural Sciences	Suecia

En la Tabla 2 se presentan los objetivos, escala y estado de desarrollo de los indicadores de riesgo ambiental. Se observa que cinco de los indicadores han sido desarrollados o han sido utilizados por las autoridades de los respectivos países. La escala de trabajo considera desde el análisis de los plaguicidas hasta el uso a nivel nacional de los indicadores. También se observa que los sistemas de evaluación de riesgo ambiental han sido integrados como elementos de educación y manejo de los plaguicidas utilizados a nivel de los productores.

Tabla 2. Propósito, escala y estado de desarrollo de los indicadores de riesgo ecotoxicológico.

	EYP	HD	SYNOPS	p-EMA	Ipest	EPRID	SyPEP	PERI
<u>Propósito</u>								
Asesoría agricultores	*			*	*	*		*
Asesoría extensionistas	*		(*)	*	*	*	(*)	*
Reguladores	(*)	*	*			(*)	*	
Industria de alimentos / consumidor	(*)							*
Compañías de agua	(*)				(*)		*	
<u>Escala</u>								
Nivel pesticida	*	*		(*)	*	*		(*)
Nivel cultivo	*	*	(*)	*	*	*		*
Nivel predial	*	*	(*)	*	*	(*)	(*)	*
Nivel regional	(*)		*				*	
Nivel Nacional	(*)		*				*	
<u>Estado de desarrollo</u>								
En desarrollo						*		*
En evaluación		*			*	*	*	
En Uso	*		*	*				

(*) El indicador no fue desarrollado para este propósito y escala, pero en la práctica ha sido adaptado por los usuarios.

Los compartimentos que evalúan los indicadores de riesgo ambiental se presentan en la Tabla 3. En la mayoría se evalúa el riesgo ambiental para suelo, agua superficial y agua subterránea. El compartimiento aire es evaluado sólo por cinco de los indicadores.

Tabla 3. Compartimientos y efectos evaluados por los indicadores.

	EYP	HD	SYNOPS	p-EMA	Ipest	EPRID	SyPEP	PERI
Compartimiento								
Agua subterránea	*	*		*	*	*	*	*
Agua superficial	*	*	*	*	*	*	*	
Suelo	*	*	*	(*)		*		*
Aire			(*)	(*)	*	*		*
Efectos								
Salud humana	(*)			*	*	*	(*)	
Organismos acuáticos	*	*	*	*	*	*	*	*
Organismos del suelo	*	*	*			*		*
Bioacumulación				*				*
Abejas				*				*

(*) El compartimiento y efecto es parcialmente o rudimentariamente evaluado.

Para la evaluación de agua subterránea, todos los indicadores comparan la concentración del plaguicida a un metro de profundidad con la normativa Europea que restringe la concentración de plaguicidas en el agua subterránea a 0.1 ug/l. La determinación de las concentraciones de plaguicidas a esta profundidad varía entre los diferentes índices. Los índices EYP y p-EMA utilizan los modelos Pestla y Macro para determinar la concentración de plaguicidas para suelos representativos del país.

La evaluación ambiental de las aguas superficiales, se determina comparando la concentración de plaguicidas en ellas con LC₅₀ de los organismos acuáticos para riesgo agudo y con el NOEC para riesgo crónico o de largo plazo.

El suelo es usualmente evaluado en base a la toxicidad de las lombrices, pero existen indicadores que incluyen el efecto del o los plaguicidas sobre los microorganismos, artrópodos y mamíferos. De igual manera que en el caso de las aguas superficiales los riesgos agudos se miden utilizando como concentración de comparación las dosis letales (LD₅₀) o concentraciones letales (EC₅₀) según corresponda y para los riesgos ambientales crónicos o de largo plazo los valores de NOEC o NOAEL.

b) Suma de las Unidades Tóxicas Equivalentes (The Sum of Spread Equivalent).

Este índice se desarrolló en la región autónoma de Flandes, Bélgica, como herramienta de apoyo a la gestión de riesgo ambiental. La región autónoma de Flandes determinó en 1990 reducir el uso de plaguicidas en un 50%, evaluado como unidades tóxicas equivalentes para el período 1990-2005. Este indicador es utilizado por autoridades ambientales en el seguimiento del objetivo que se han trazado y determinar la tendencia general en el uso de plaguicidas.

Este índice no evalúa el riesgo absoluto por lo que las autoridades de Flandes lo utilizan en términos relativos, usando como valor 100 el valor del indicador obtenido en el año 1990. Este índice describe el efecto potencial en organismos acuáticos, pero no determina otros efectos como bioacumulación o efectos endocrinos.

El índice es calculado mediante la ecuación:

$$\sum_{i=1}^n Seq = \frac{DT_{50} E}{CMP}$$

Donde:

DT_{50} es la vida media del ingrediente activo

E es la masa total aplicada del ingrediente activo

CMP es la concentración máxima permitida

La concentración máxima permitida es calculada mediante la siguiente ecuación:

$$CMP = \frac{NOEC_{\min}}{FdS}$$

Donde $NOEC_{\min}$ es la concentración a la que no se observan efectos, determinada para el organismo más sensible. FdS es el factor de seguridad, aplicado de acuerdo al grado de información disponible para la determinación del valor NOEC.

Estas ecuaciones ponderan las cantidades de plaguicidas utilizados con la persistencia y ecotoxicidad de cada plaguicida. Por lo tanto aquellos plaguicidas con mayores efectos ecotóxicos contribuyen relativamente más al índice que aquellos con menores efectos.

Debido a la facilidad de uso de este índice, así como de un bajo número de datos, ha sido adecuado para la evaluación de políticas ambientales a escala regional. Sin embargo, este tipo de índice presenta limitaciones al no evaluar el riesgo ambiental de los diferentes componentes del ecosistema.

La evolución de las ventas de plaguicidas y del índice se presenta en la Figura 1. Un aspecto interesante de los resultados reportados por los autores del índice, es que el uso de plaguicidas en el período 1990-2000 se ha mantenido relativamente constante en torno a 6 mil toneladas por año pero el indicador ha demostrado que las unidades tóxicas equivalentes presenta una tendencia a la disminución (Figura 1). Es posible que el hecho de haber establecido una meta objetivo haya llevado a las autoridades, agricultores y empresas químicas a utilizar ingredientes activos de menor efecto tóxico sobre el ambiente.

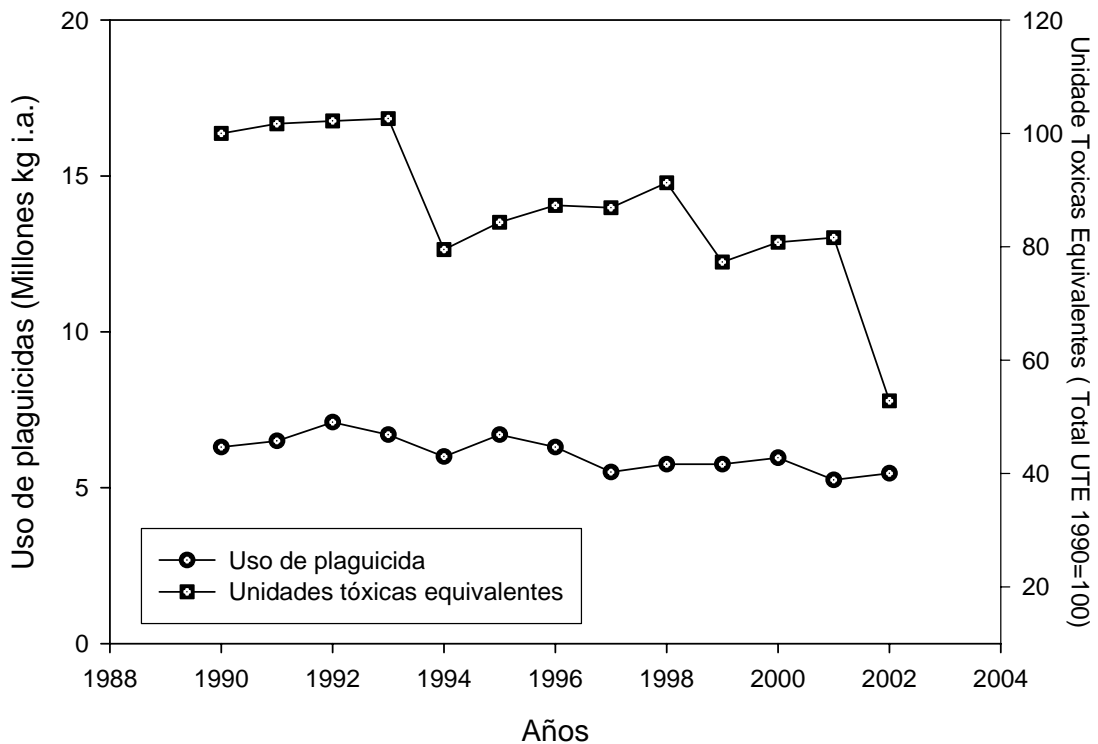


Figura 1. Variación de las ventas de plaguicidas y del índice Unidades Toxicas Equivalentes entre 1990 y 2002. (Adaptado de De Smet et al., 2005).

c) Metodología de la Universidad de Milán.

La Universidad de Milán desarrolló entre los años 1997 y 1998 con el patrocinio de la agencia ambiental italiana (ANPA), una metodología de evaluación de los efectos de los plaguicidas en diferentes ecosistemas. Esta metodología ha sido documentada en detalle y se presenta a continuación.

El modelo de evaluación ambiental desarrolla seis indicadores de riesgo, tres de ellos para evaluar riesgo agudo de los compartimentos ambientales agua superficial, suelo epigeo y suelo hipogeo; y otros tres para evaluar el riesgo ambiental crónico o de largo plazo en los compartimentos ambientales ya indicados.

Los indicadores han sido estandarizados a una escala de 0 a 100, a fin de facilitar la visualización del efecto de los plaguicidas sobre los distintos compartimentos y categorizados en cinco niveles, los cuales son: Nulo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. La categorización del riesgo ambiental tiene por objetivo facilitar la comparación del riesgo ambiental de la aplicación de plaguicidas.

Los autores propusieron valores para las diferentes categorías de riesgo en función de un “juicio experto” (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de riesgo ambiental de los plaguicidas desarrollados según la metodología de la Universidad de Milán.

Nivel de riesgo	PRIHS 1	PRIHS 2	PRIES 1	PRIES 2	PRISW 1	PRISW 2
Imperceptible	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Bajo	>5 <15	>5 <15	>5 <15	>5 <15	>5 <15	>5 <15
Medio	>15 <40	>15 <30	>15 <50	>15 <40	>15 <40	>15 <30
Alto	>40 <60	>30 <50	>50 <70	>40 <70	>40 <80	>30 <60
Muy Alto	> 60	> 50	> 70	> 70	> 80	> 60

1. Índice de Riesgo Ambiental Agudo en Ecosistema Hipogeo PRISH-1.

El índice PRISH-1 evalúa el riesgo ambiental agudo para organismos no como objetivos de control inmediatamente después de la aplicación del plaguicida. El índice evalúa el riesgo ambiental para especies del ecosistema hipogeo para lo cual evalúa la concentración del plaguicida en los primeros 5 centímetros de suelo. La concentración ambiental esperada (CAE) del plaguicida se determina mediante la siguiente ecuación:

$$CAE = \text{Dosis (g/ha)} / (500 * \text{Dap})$$

En donde:

CAE es la concentración ambiental esperada en mg/kg

Dap es la densidad aparente del suelo (g/cm^3).

Dosis es la dosis del ingrediente activo del plaguicida aplicado en g/ha.

El índice evalúa el riesgo ambiental comparando la concentración ambiental esperada con la dosis letal (LD_{50}) para mamíferos, la concentración letal (EC_{50}) para lombrices y el efecto sobre los artrópodos benéficos. En los artrópodos benéficos no es posible determinar un valor real de TER, por lo que se utiliza la evaluación de la inhibición de actividad a valores fijos de la dosis de plaguicida aplicado (0.5, 1 y 2 veces la dosis del plaguicida). Los valores obtenidos son transformados a una escala de evaluación (Tabla 5) y finalmente el valor del índice es calculado con la ecuación:

$$PRIHS-1 = (A * 5.5) + (B * 5) + (C * 2)$$

En donde:

A es la puntuación asignada a la tasa EC_{50}/CAE obtenida en lombrices.

B es la puntuación asignada a la tasa % efecto/ CAE obtenida en artrópodos benéficos.

C es la puntuación asignada a la tasa LC_{50}/CAE obtenida en mamíferos.

Tabla 5. Puntaje para categorías de *PRIHS-1* en base a valores *TER*.

Lombrices		Artrópodos benéficos		Mamíferos	
(A)		(B)		(C)	
<i>(EC₅₀/CAE)</i>	Puntaje	% Efecto (DMA)*	Puntaje	<i>(LD₅₀/CAE)</i>	Puntaje
>1000	0	2 (DMA) =0%	0	>1000	0
1000 – 100	1	0% < DMA < 30%	2	1000 – 100	1
100 – 10	2	DMA > 30%	4	100 – 10	2
10 – 1	4	(0.5 DMA) > 30%	8	10 – 1	4
< 1	8			< 1	8

*DMA: Dosis Máxima Aplicada

Fuente: Finizio et al., (2001)

2. Índice de Riesgo Ambiental Crónico en Ecosistema Hipogeo PRISH-2.

Este índice evalúa el riesgo ambiental crónico para especies hipogeas, es similar al PRISH-1 pero la escala de tiempo cambia, por lo que la concentración ambiental esperada del plaguicida (CAE) considera la degradación del producto a través de la siguiente ecuación (Finizio et al., 2001)

$$CAEC = CAE * (1 - e^{-kt}) / kt$$

En donde:

CAEC es la concentración ambiental esperada crónica

CAE es la concentración ambiental esperada aguda

t es el tiempo considerado en función de las propiedades ecotoxicológicas.

k es la constante de degradación calculada como:

$$k = \ln 2 / DT_{50}$$

En donde:

DT₅₀ es la vida media aeróbica del producto en el suelo.

Para este índice el trabajo original de Finizio et al. (2001) consideró los siguientes grupos: Lombrices, mamíferos, microorganismos y artrópodos benéficos.

$$PRIHS2 = (A * 4) + (B * 4) + (C * 3) + (D * 1.5)$$

En donde:

A es la puntuación asignada a la tasa NOEC/CAEC obtenida en lombrices.

B es la puntuación asignada a la tasa % efecto obtenida en microorganismos.

C es la puntuación asignada a la tasa % efecto obtenida en artrópodos benéficos.

D es la puntuación asignada a la tasa NOEL/CAEC obtenida en mamíferos.

Tabla 6. Puntaje para categorías de *PRIHS-2* en base a valores *TER*.

Lombrices		Microorganismos		Artrópodos Benéficos		Mamíferos	
(A)		(B)		(C)		(D)	
(NOEC / CAEC)	Puntaje	% Efecto (DMA)*	Puntaje	% Efecto (DMA)*	Puntaje	(NOEL / CAEC)	Puntaje
>1000	0	2 (DMA) =0%	0	2 (DMA) =0%	0	>1000	0
1000 – 100	1	0%<DMA<25%	2	0%<DMA<30%	2	1000 – 100	1
100 – 10	2	DMA>25%	4	DMA>30%	4	100 – 10	2
10 – 1	4	(0.5 DMA) >25%	8	(0.5 DMA) >30%	8	10 – 1	4
< 1	8					< 1	8

*DMA: Dosis Máxima Aplicada

3. Índice de Riesgo Ambiental Agudo en Ecosistema Epigeo PRIES-1.

Este índice evalúa el efecto de los plaguicidas sobre el ecosistema que se desarrolla sobre el suelo. Para su evaluación el modelo utiliza cuatro grupos de especies: abejas, aves, artrópodos benéficos y mamíferos. Para abejas el puntaje es aplicado sobre el cociente de riesgo que corresponde al cociente entre la dosis de aplicación y el LD₅₀ (µg/kg). Para aves y mamíferos el índice se determina mediante el cociente de la dosis letal y el consumo total diario (TDI, por sus siglas en inglés), el que se determinó mediante la metodología Hogger y Kenaga (1972). Los puntajes asignados

y ponderaciones para cada uno de los grupos ecológicos considerados se presentan en la tabla 7.

El puntaje total del índice es obtenido mediante la siguiente ecuación:

$$PRIES\ I = (A * 3) + (B * 4) + (C * 3) + (D * 2.5)$$

En donde:

A es la puntuación asignada a la tasa DMA/LD_{50} (*HQ*) obtenida para abejas,

B es la puntuación asignada a la tasa LD_{50}/TDI obtenida en aves.

C es la puntuación asignada a la tasa % *efecto* obtenida en artrópodos beneficiarios.

D es la puntuación asignada a la tasa LD_{50}/TDI obtenida en mamíferos.

Donde:

HQ es el cuociente de riesgo

TDI es el consumo total diario.

Tabla 7. Puntaje para categorías de *PRIES-I*.

Abejas		Aves		Artrópodos benéficos		Mamíferos	
(A)		(B)		(C)		(D)	
<i>HQ</i> *	Puntaje	LD_{50}/TDI **	Puntaje	% Efecto	Puntaje	LD_{50}/TD	Puntaje
< 1	0	>1000	0	2 (DMA^x) =0%	0	>1000	0
1 – 10	1	1000 – 100	1	0% < DMA < 30%	2	1000 – 100	1
10 – 100	2	100 – 10	2	DMA > 30%	4	100 – 10	2
100 – 1000	4	10 – 1	4	(0.5 DMA) > 30%	8	10 – 1	4
> 1000	8	< 1	8			< 1	8

* *HQ* : Cuociente de Riesgo

** *TDI* : Consumo Total Diario (Total Daily Intake, por sus siglas en inglés)

^x *DMA* : Dosis plaguicida aplicada

4. Índice de Riesgo Ambiental Crónico en Ecosistema Epigeo PRIES-2.

Este índice evalúa el riesgo ambiental considerando un período de tiempo prolongado a fin de evaluar los efectos crónicos de los plaguicidas. Debido a que en este escenario la determinación de la Concentración Ambiental Esperada (CAE) es de difícil determinación, el índice utiliza parámetros indirectos de carácter cualitativo. El índice considera el efecto sobre cinco indicadores biológicos, fitotoxicidad en plantas, abejas, artrópodos benéficos, aves y mamíferos. Los puntajes son asignados a una serie de variables de exposición, (*NOEL Aves*, *NOEL mamíferos*). Además se considera aspectos del plaguicida como son la vida media en el suelo y el potencial de bioconcentración evaluado a través del coeficiente de partición agua-octanol. Los puntajes asignados a cada categoría se presentan en las Tablas 8 y 9.

El puntaje es obtenido mediante la siguiente ecuación:

$$PRIES\ 2 = \frac{\sum_{i=1}^5 T_i}{5} * \frac{A + S}{2} * B * P * DMA$$

En donde:

T_1 es la puntuación asignada a la concentración tóxica crónica obtenida para plantas acuáticas.

T_2 es la puntuación asignada a la concentración tóxica crónica obtenida para abejas

T_3 es la puntuación asignada a la concentración tóxica crónica obtenida para artrópodos beneficiarios

T_4 es la puntuación asignada a *NOEL* para aves

T_5 es la puntuación asignada a *NOEL* para mamíferos

A es la puntuación asignada por la afinidad del plaguicida en el aire

S es la puntuación asignada por la afinidad del plaguicida en el suelo

B es la puntuación asignada por bioacumulación del plaguicida

P es la puntuación asignada por vida media del plaguicida en el suelo

DMA es la puntuación asignada por dosis de aplicación del plaguicida en el suelo

Tabla 8. Puntaje para categorías de *PRIES-2*.

Plantas (T ₁)		Abejas (T ₂)		Artrópodos Benéficos (T ₃)		Aves (T ₄)		Mamíferos (T ₅)	
Fitotoxicidad	Puntaje	NOEL ug/Abeja	Puntaje	NOEL g/ha	Puntaje	NOEL mg/Kg dieta	Puntaje	NOEL mg/Kg dieta	Puntaje
+	4	< 0.1	0	< 10	4	< 0.1	4	< 0.1	4
-	0.1	0.1-1	1	10-100	3	0.1 - 1.0	3	0.1 - 1.0	3
		1-10	2	100-500	2	1 - 10	2	1 - 10	2
		10-100	4	500-1000	1	10-100	1	10-100	1
		> 100	8	> 1000	0.1	>100	0.1	>100	0.1

Tabla 9. Puntaje de propiedades del plaguicida para categorías de *PRIES-2*.

Persistencia		Bioacumulación		Afinidad por Aire Fugacidad nivel I		Afinidad por Suelo Fugacidad nivel I		Dosis Aplicada	
(P)		(B)		(A)		(S)		(DMA)	
<	Puntaje	Log Kow	Puntaje	%	Puntaje	(%)	Puntaje	(g/ha)	Puntaje
<10	1	< 2.5	1	< 0.01	1	< 1	0	>50	1
10-30	2	2.5 -3.5	1.1	0.01-5	1.25	1-20	1.25	50-200	2
30-90	3	> 3.5	1.25	> 5	1.5	>20	1.5	200-1000	3
90-300	4							1000- 10000	4
> 300	5							< 10000	5

5. Índice de Riesgo Ambiental Agudo en Ecosistema de Aguas Superficiales PRISW-1.

Este índice evalúa el riesgo ambiental en agua superficial inmediatamente después de la aplicación del plaguicida en un cuerpo de agua de 1 metro de profundidad y ubicado a una distancia de 20 m. desde el área en que este ha sido aplicado. Para el cálculo de la concentración ambiental esperada (CAE) se considera que el plaguicida llega al agua a través de deriva y por transporte superficial. En el peor escenario se ha estimado que la deriva alcanza al 4% de la masa, de acuerdo a información existente en la literatura científica (Ganzelmeyer et al., 1995).

$$Q_D = MRA * D_f$$

Q_D es la cantidad que alcanza el cuerpo de agua debido a la deriva.

MRA es la dosis de plaguicida aplicada.

D_f es la fracción de deriva (que ha sido asumida en 4% en base a los datos obtenidos de Ganzelmeyer et al., 1995).

Para el cálculo del pesticida transportado por escurrimiento superficial, Finizio et al. (2001) propusieron calcular el movimiento del plaguicida mediante el uso del modelo de fugacidad aplicado para el escenario más desfavorable, que considera la ocurrencia de una lluvia luego de 24 horas después de la aplicación de éste.

Así la concentración ambiental esperada (CAE) para este indicador es calculada mediante la suma del plaguicida perdido por deriva mas la pérdida por escurrimiento superficial.

El efecto sobre este ecosistema es evaluado utilizando tres especies como indicadores, algas, dafnia y peces. Los puntajes a las tasa de toxicidad-exposición para cada grupo se presentan en la Tabla 10.

El puntaje para este índice es obtenido inicialmente mediante la siguiente ecuación:

$$PRISW I = (A * 3) + (B * 4) + (C * 5.5)$$

En donde:

A es la puntuación asignada a la tasa EC_{50}/CAE obtenida para algas.

B es la puntuación asignada a la tasa EC_{50}/CAE obtenida para dafnia.

C es la puntuación asignada a la tasa LC_{50}/CAE obtenida para peces.

Tabla 10. Puntaje para categorías de *PRISW-1*.

Algas		Dafnia		Peces	
(A)		(B)		(C)	
(EC_{50}/CAE)	Puntaje	(EC_{50}/CAE)	Puntaje	(LC_{50}/CAE)	Puntaje
> 10000	0	> 10000	0	> 10000	0
10000 – 1000	1	10000 – 1000	1	10000 – 1000	1
1000 – 100	2	1000 – 100	2	1000 – 100	2
10 – 100	4	10 – 100	4	10 – 100	4
2 – 10	6	2 – 10	6	2 – 10	6
< 2	8	< 2	8	< 2	8

6. Índice de Riesgo Ambiental Crónico en Ecosistema de Aguas Superficiales *PRISW-2*.

Al igual que el índice crónico del ecosistema epigeo, la concentración crónica en aguas superficiales depende de variables difíciles de incorporar en forma cuantitativa, por lo tanto los autores recurrieron a un índice cualitativo, en el que se evalúan variables utilizando un modelo de fugacidad. El procedimiento calcula un valor teórico de concentración de plaguicida en el agua el que es comparado con los valores

de NOEC para los distintos organismos acuáticos. Además se incorporaron en el índice factores como la bioacumulación y la afinidad por los sedimentos.

Utilizando el porcentaje de pesticida afín al agua, mediante el modelo de fugacidad se puede determinar la concentración unitaria del plaguicida que puede encontrarse en el agua (Tabla 11). La concentración ambiental esperada se obtiene multiplicando la fracción de plaguicida por la dosis aplicada, por un factor de persistencia (Tabla 12) y dividida por un factor de dilución igual a 10 determinado por los autores. El factor de persistencia indica de la degradación del producto que es proporcional a la vida media de éste. Esto se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$CAEC = \frac{(DMA * FPSF) * FP}{FD}$$

Donde:

CAEC = es la concentración ambiental crónica

DMA = Dosis Máxima Aplicada

FP = Factor Persistencia

FD = Factor de dilución

Tabla 11. Fracción teórica de pesticida en agua en base a afinidad por agua.

<i>% Agua Fugacidad Nivel I</i>	Fracción pesticida Fugacidad suelo mg/L
> 95	1e-2 - 1e-1
60-95	1e-3 - 1e-2
20-60	1e-4 - 1e-3
2-20	1e-5 - 1e-4
0.1-2	1e-6 - 1e-5

Tabla 12. Puntaje por persistencia del plaguicida en base a vida media en el suelo.

DT ₅₀ suelo días	Puntaje
< 5	0.01
5 – 10	0.1
10 – 30	1
30 – 90	10
90 – 300	50
< 300	100

Los autores del trabajo, sin embargo, han hecho presente que el cálculo de la concentración crónica utilizando la metodología descrita es complejo y altamente arbitrario. El valor obtenido en ningún caso representa una concentración realista sino un valor numérico que permite comparaciones semicuantitativas. Los puntajes asignados a cada una de las categorías se presentan en las Tablas 13 y 14.

El índice es calculado mediante la expresión:

$$PRISW 2 = (A * 2) + (B * 3) + (C * 3) * B * S$$

En donde:

A es la puntuación asignada a la tasa NOEC/CAEC obtenida en algas.

B es la puntuación asignada a la tasa % efecto obtenida en dafnia.

C es la puntuación asignada a la tasa % efecto obtenida en peces.

B es la puntuación asignada por bioacumulación.

S es la puntuación asignada por afinidad del plaguicida al sedimento.

Tabla 13. Puntaje para categorías de *PRISW-2*.

Algas		Dafnia		Peces	
(A)		(B)		(C)	
<i>(NOEC/CAEC)</i>	Puntaje	<i>(NOEC/CAEC)</i>	Puntaje	<i>(NOEC/CAEC)</i>	Puntaje
> 10000	0	> 10000	0	> 10000	0
10000 – 1000	1	10000 – 1000	1	10000 – 1000	1
1000 – 100	2	1000 – 100	2	1000 – 100	2
10 – 100	4	10 – 100	4	10 – 100	4
2 – 10	6	2 – 10	6	2 – 10	6
< 2	8	< 2	8	< 2	8

Tabla 14. Puntaje en base a potencial de bioacumulación y afinidad por sedimento usado en el índice *PRISW-2*.

Bioacumulación		Afinidad por sedimento	
(B)		(S)	
<i>Log Low</i>	Puntaje	%	Puntaje
< 2.5	1	> 1	1
2.5-3.5	1.1	1– 30	1.1
> 3.5	1.25	>30	1.25

Desarrollo de la metodología de Evaluación de Riesgo Ambiental

En base a la información recolectada de los métodos de evaluación de riesgo ambiental se establecieron los siguientes criterios para la selección del modelo de evaluación de riesgo ambiental:

- a) Metodología basada en determinación mecanística de la concentración de plaguicidas.
- b) Que la metodología fuera aplicable con la información disponible en el país o en la literatura científica.
- c) Que presentara capacidad de ser desarrollada modularmente, a fin de optimizar los algoritmos en la medida que la información disponible en el país así lo permitiera.

En base a los criterios señalados se escogió la metodología desarrollada por el Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Milán (Finizio *et al.* 2001), en concordancia con las normativas Europeas (Directive 414/91/EEC), y en el marco de un proyecto de evaluación de plaguicidas financiado por la Agencia Italiana de Protección Ambiental (ANPA). Si bien en esta metodología la determinación de la concentración ambiental esperada no es calculada en forma mecanística en todos los índices utilizados, ella es la que documentaba en mayor grado de detalle el calculo de los índices utilizados.

De la metodología se escogieron cinco índices que se utilizaron para el desarrollo del software. El índice de riesgo crónico para aguas superficiales se descartó, debido a que la metodología para el cálculo de la concentración ambiental esperada es demasiado arbitraria, tal como lo indicaron los propios autores. A continuación, se

presentan en detalle los indicadores utilizados, las ventajas del modelo y sus limitaciones en la aplicación.

El modelo ha sido denominado RECAP (Riesgo Ecológico por Aplicación de Plaguicidas). Consta de cinco indicadores de riesgo, tres de ellos para evaluar riesgo agudo de los compartimentos ambientales agua superficial, suelo epigeo y suelo hipogeo; y otros dos para evaluar el riesgo ambiental crónico o de largo plazo en los compartimentos ambientales suelo epigeo y suelo hipogeo. Sigue la lógica del modelo de la Universidad de Milán al evaluar compartimentos ecológicos, en los que se evalúa un set de especies que actúan como indicadoras del efecto de los plaguicidas en el ecosistema. En este modelo se ha agregado la posibilidad de evaluar mezclas de plaguicidas mediante el uso de las unidades toxicas equivalentes.

El software integra la evaluación de riesgo ecológico con una base de datos de los plaguicidas autorizados en Chile, la que cuenta con los parámetros físico-químicos de los ingredientes activos y toxicológicos. Además tiene una base de datos de los suelos de las regiones VI y VII, que en la presente versión sólo es utilizada para obtener datos de densidad aparente, utilizado en dos de los índices de riesgo ambiental, pero que en el futuro desarrollo del modelo proporcionará información requerida para otros índices, que por restricciones de la información disponible y tiempo de desarrollo no fueron incluidos en esta oportunidad.

El modelo RECAP contribuye a la evaluación del riesgo ambiental de plaguicidas, al presentar una metodología que permite la evaluación de distintas estrategias de aplicación de agroquímicos en la producción agrícola. Este modelo, sin embargo, en su actual estado de desarrollo sólo puede ser considerado un prototipo, debido a que las concentraciones de plaguicidas utilizadas para determinar el riesgo ambiental no han sido contrastadas con datos de terreno en condiciones nacionales. Además, el modelo si bien presenta un esquema de evaluación de los distintos compartimentos ambientales, no incorporó el agua subterránea y el agua superficial sólo es evaluada

en términos parciales. Desde esta perspectiva la implementación de un modelo de evaluación de riesgo ambiental requiere el desarrollo de un proyecto que permita validar el modelo y hacer las correcciones que éste requiera.

Como riesgo se conoce la posibilidad de sufrir daño o pérdida. Esta posibilidad se compone de un nivel de peligrosidad, uno de vulnerabilidad y un período o condición de exposición. La evaluación del *riesgo ecológico* es el proceso científico para estimar la probabilidad de que ocurra un efecto ecológico adverso para la integridad de ecosistemas naturales y los servicios que ellos proveen, como resultado de la exposición a estresantes relacionados con la actividad humana.

En relación a lo anterior, se debe considerar que la magnitud de riesgo es intrínsecamente siempre un valor probabilístico, como por ejemplo, la probabilidad que un organismo se exponga a una cierta dosis de plaguicida. El presente modelo establece una categorización de estos niveles de riesgo (probabilísticos) considerando rangos de magnitud. Los sistemas ecológicos de suelo epigeo están constituidos por organismos cuyos ciclos vitales se desarrollan en la superficie del suelo. Por otra parte el sistema hipogeo se conforma por organismos cuyo ciclo vital se desarrolla predominantemente bajo el suelo hasta los 50 cm. de profundidad.

Los indicadores han sido estandarizados a una escala de 0 a 100, a fin de facilitar la evaluación del efecto de los plaguicidas sobre los distintos compartimentos y son categorizados en cinco niveles. Los niveles son Nulo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. La categorización del riesgo ambiental tiene por objetivo facilitar la comparación del riesgo ambiental de la aplicación de plaguicidas. El autor propuso valores para las diferentes categorías de riesgo en función de un juicio experto (Tabla 15).

Tabla 15. Clasificación de riesgo ambiental de los plaguicidas.

Nivel de riesgo	PRIHS 1	PRIHS 2	PRIES 1	PRIES 2	PRISW 1
Imperceptible (Nulo*)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Bajo	>5 <15	>5 <15	>5 <15	>5 <15	>5 <15
Medio	>15 <40	>15 <30	>15 <50	>15 <40	>15 <40
Alto	>40 <60	>30 <50	>50 <70	>40 <70	>40 <80
Muy Alto	> 60	> 50	> 70	> 70	> 80

* Según se indica en *RECAP*.

Para determinar el efecto de la aplicación de plaguicidas se debe considerar sus ingredientes activos y correspondientes concentraciones. De tal forma se puede estimar como la dosis de contaminante aplicado puede generar un riesgo sobre los ecosistemas definidos con anterioridad como:

$$Dosis = \sum (C_{ij} * D_j / C_{ui})$$

En donde.

C_{ij} es la concentración del i 'esimo ingrediente activo en el j 'esimo producto comercial

D_j es la dosis aplicada del j 'esimo producto comercial

C_{ui} es la concentración umbral con efectos tóxicos agudos o crónicos (p.e. *NOEC*, *LD₅₀* etc.) el i 'esimo ingrediente activo.

De acuerdo al ecosistema afectado variará esta última concentración. La suma inversa ponderada de estas concentraciones, se deriva de la aplicación del concepto de unidades tóxicas. Estas permiten estimar cuanto contribuye al riesgo total cada uno de los ingredientes activos. Como se desprende de la ecuación, mientras menor sea el valor de una concentración umbral de ingrediente activo que produce efectos agudos o crónicos, como por ejemplo *NOEC*, más tóxico es el respectivo ingrediente y por

consiguiente mayor será su contribución al riesgo ecológico derivado de la aplicación del plaguicida al ambiente.

El modelo permite comparar los distintos plaguicidas y dosis utilizadas. Además, se ha incorporado la opción de evaluar la aplicación de mezclas de ingredientes activos, a fin de evaluar las aplicaciones múltiples de plaguicidas que se realizan en algunos cultivos.

El modelo requiere la selección del cultivo a evaluar, que relaciona al cultivo con los plaguicidas autorizados por el SAG para ser aplicados en este. Posteriormente se debe seleccionar el producto comercial y la dosis aplicada (kg/ha del producto comercial). Internamente el programa relaciona el producto comercial con los ingredientes activos del producto y con sus correspondientes datos físicos-químicos y ecotoxicológicos.

Los indicadores utilizados incorporados en el modelo *RECAP* se describen a continuación.

1. Índice de Riesgo Ambiental Agudo en Ecosistema Hipogeo PRISH-1.

El índice *PRISH-1* evalúa el riesgo ambiental agudo para organismos no objetivos de control inmediatamente después de la aplicación del plaguicida. El índice evalúa el riesgo ambiental para especies del ecosistema hipogeo para lo cual evalúa la concentración del plaguicida en los primeros 5 centímetros de suelo. La concentración ambiental esperada (*CAE*) del plaguicida se determina mediante la siguiente ecuación:

$$CAE = Dosis (g/ha) / (500 * D_{ap})$$

En donde:

CAE es la concentración ambiental esperada en mg/kg

D_{ap} es la densidad aparente del suelo (g/cm^3).

Dosis es la dosis del ingrediente activo del plaguicida aplicado en g/ha.

El índice evalúa el riesgo ambiental comparando la concentración ambiental esperada con la dosis letal (LD_{50}) para mamíferos y la concentración letal (LC_{50}) para lombrices. Los valores obtenidos son transformados a una escala de evaluación (Tabla 16) y finalmente el valor del índice es calculado con la ecuación:

$$PRIHS-1 = (A * 10.5) + (B * 2)$$

En donde:

A es la puntuación asignada a la tasa LC_{50}/CAE obtenida en lombrices.

B es la puntuación asignada a la tasa LC_{50}/CAE obtenida en mamíferos.

A diferencia del modelo de la Universidad de Milán, los artrópodos benéficos no fueron incorporados en el índice debido a la falta de información para este grupo. Sin embargo, el efecto sobre artrópodos benéficos, se considero aumentando la ponderación para lombrices a un valor que igual a la suma de la ponderación de artrópodos benéficos y lombrices del modelo de la Universidad de Milán.

La ponderación de los dos componentes ambientales está dada por la representación del grupo de especies en el compartimiento evaluado. La información local no permitió evaluar si las ponderaciones desarrolladas en el trabajo de Finnizio et al. (2001) son plenamente vigentes para la realidad del país, pero tiene la ventaja de incorporar dos grupos importantes del ecosistema hipogeo que la mayoría de los índices evalúa sólo a través de las lombrices de suelo. La evaluación de las ponderaciones utilizadas en el índice es una tarea que deberá ser abordada en un desarrollo futuro.

Tabla 16. Puntaje para categorías de *PRIHS-1* en base a valores *TER*.

Lombrices		Mamíferos	
(A)		(B)	
<i>(LC₅₀/CAE)</i>	Puntaje	<i>(LD₅₀/CAE)</i>	Puntaje
>1000	0	>1000	0
1000 – 100	1	1000 – 100	1
100 – 10	2	100 – 10	2
10 – 1	4	10 – 1	4
< 1	8	< 1	8

2. Índice de Riesgo Ambiental Crónico en Ecosistema Hipogeo PRISH-2.

Este índice evalúa el riesgo ambiental crónico para especies hipogeas, en forma similar al *PRISH-1* pero la escala de tiempo cambia, por lo que la concentración ambiental esperada del plaguicida (*CAE*) considera la degradación del producto a través de la siguiente ecuación (Finizio et al., 2001).

$$CAEC = CAE * (1 - e^{-kt}) / kt$$

En donde:

CAEC es la concentración ambiental esperada crónica

CAE es la concentración ambiental esperada aguda

t es el tiempo considerado en función de las propiedades ecotoxicológicas.

k es la constante de degradación calculada como:

$$k = \ln 2 / DT_{50}$$

En donde:

DT₅₀ es la vida media aeróbica del producto en el suelo.

Al igual que en el caso del índice *PRISH-1* este índice es evaluado con lombrices y mamíferos como indicadores biológicos. Se decidió excluir el efecto sobre artrópodos benéficos debido a la falta de información. Los valores obtenidos son transformados a una escala de evaluación (Tabla 17) y finalmente el valor del índice es calculado con la ecuación:

$$PRIHS-2 = (A * 11) + (B * 1.5)$$

En donde:

A es la puntuación asignada a la tasa *NOEC/CAEC* obtenida en lombrices.

B es la puntuación asignada a la tasa *NOEL/CAEC* obtenida en mamíferos.

Tabla 17. Puntaje para categorías de *PRIHS-2* en base a valores *TER*.

Lombrices		Mamíferos	
(A)		(B)	
(<i>NOEC / CAEC</i>)	Puntaje	(<i>NOEL / CD</i>)	Puntaje
>1000	0	>1000	0
1000 – 100	1	1000 – 100	1
100 – 10	2	100 – 10	2
10 – 1	4	10 – 1	4
< 1	8	< 1	8

3. Índice de Riesgo Ambiental Agudo en Ecosistema Epigeo *PRIES-1*.

Este índice evalúa el efecto de los plaguicidas sobre el ecosistema que se desarrolla sobre el suelo. Para su evaluación el modelo utiliza tres de especies: Abejas, aves, y mamíferos. Para abejas el puntaje es aplicado sobre el cociente de riesgo que corresponde al cociente entre la dosis de aplicación y el LD_{50} ($\mu\text{g}/\text{kg}$). Los puntajes asignados para cada uno de los grupos ecológicos considerados se presentan en la tabla 18.

Tabla 18. Puntaje para categorías de *PRIES-1* en base a valores *TER*.

Abejas		Aves		Mamíferos	
(A)		(B)		(C)	
(<i>HQ</i>)	Puntaje	(<i>LD₅₀/TDI</i>)	Puntaje	(<i>LD₅₀/TDI</i>)	Puntaje
< 1	0	>1000	0	>1000	0
1 – 10	1	1000 – 100	1	1000 – 100	1
10 – 100	2	100 – 10	2	100 – 10	2
100 – 1000	4	10 – 1	4	10 – 1	4
> 1000	8	< 1	8	< 1	8

* TDI: Consumo Total diario (Total Daily Intake, por sus siglas en inglés)

En donde:

A es la puntuación asignada al cociente de riesgo (HQ) obtenida en abejas.

B es la puntuación asignada a la tasa LD_{50}/TDI obtenida en Aves.

C es la puntuación asignada a la tasa LD_{50}/TDI obtenida en mamíferos.

En forma similar a los anteriores indicadores, el modelo original de la Universidad de Milán, incluía el efecto sobre artrópodos benéficos, los cuales fueron asimilados con el efecto sobre abejas. Por consiguiente el puntaje final se obtiene:

$$PRIES\ 1 = (A*6) + (B*4) + (C*2.5)$$

4. Índice de Riesgo Ambiental Crónico en Ecosistema Epigeo PRIES-2.

Este índice evalúa el riesgo ambiental considerando un período de tiempo prolongado a fin determinar los efectos crónicos de los plaguicidas. El modelo de la Universidad de Milán uso cinco bioindicadores para evaluar el efecto de los plaguicidas. Debido a la falta de información, se asumió el peor escenario respecto de los plaguicidas y se consideró el mayor puntaje para fitotoxicidad. Al igual que en el caso de los índices anteriores, el efecto sobre los artrópodos benéficos fue asimilado a través del efecto sobre abejas. De igual manera, a los factores bioacumulación, afinidad por aire y suelo, se le asignaron los máximos puntajes considerando el peor escenario.

Por consiguiente el puntaje final se obtiene, utilizando la ecuación:

$$PRIES\ 2 = ((4 + 2*T_1 + T_2 + T_3) / 3) * 2.06 * P * DMA$$

En donde:

DMA es la puntuación asignada por dosis de aplicación del plaguicida en el suelo

P es la puntuación asignada por DT_{50} que es la vida media del plaguicida en el suelo

T_1 es la puntuación asignada a la concentración tóxica crónica obtenida para abejas

T_2 es la puntuación asignada a $NOEL$ para aves

T_3 es la puntuación asignada a $NOEL$ para mamíferos

El valor $NOEL$ para abejas no se encontró disponible en la literatura, por lo que se procedió a calcularlo mediante la ecuación:

$$NOEL_{abejas} = LD_{50} \text{ Abeja} / 500$$

Tabla 19. Puntaje para categorías de *PRIES-2*.

Abejas		Aves		Mamíferos		Tasa de aplicación		Persistencia	
(T1)		(T2)		(T3)		(DMA)		(P)	
<i>NOEL</i>	Puntaje	<i>NOEL</i>	Puntaje	<i>NOEL</i>	Puntaje	(DMA) g/ha	Puntaje	(DT_{50})	Puntaje
<0.1	4	<0.1	4	<0.1	4	< 50	1	<10	1
0.1–1	3	0.1–1	3	0.1–1	3	50–200	2	10–30	2
1–10	2	1–10	2	1–10	2	200–1000	3	30–90	3
10–100	1	10–100	1	10–100	1	1000–10.000	4	90–300	4
> 100	0.1	> 100	0.1	> 100	0.1	> 10000	5	>300	5

5. Índice de Riesgo Ambiental Agudo en Ecosistema de Aguas Superficiales PRISW-1.

Este índice evalúa el riesgo ambiental en agua superficial inmediatamente después de la aplicación del plaguicida en un cuerpo de agua de 1 metro de profundidad y ubicado a una distancia de 20 m desde el área en que este ha sido aplicado. Para el cálculo de la concentración ambiental esperada (CAE) se considera que el plaguicida

llega al agua a través de deriva y por transporte superficial. En el peor escenario se ha estimado que la deriva alcanza al 4% de la masa del plaguicida aplicado, de acuerdo a información de la literatura científica (Ganzelmeyer et al., 1995).

$$Q_D = DMA * D_f$$

Q_D es la cantidad que alcanza el cuerpo de agua debido a la deriva.

DMA es la dosis de plaguicida aplicada.

D_f es la fracción de deriva (que ha sido asumida en 4% Ganzelmeyer et al., 1995).

La concentración esperada del pesticida en el ambiente es función de la deriva y de la escorrentía superficial de la forma:

$$CAE = f(Q_D + r_0)$$

Finizio et al. (2001) propuso calcular el movimiento de plaguicida mediante el uso del modelo de fugacidad aplicado para el escenario más desfavorable, que considera la ocurrencia de una lluvia 24 horas después de la aplicación. En las condiciones del presente estudio la determinación de concentraciones de plaguicida por escurrimiento superficial está limitada por la falta de información climática, así como de aquella referida al potencial de erosión de los suelos. Por ello en la evaluación ambiental se ha considerado sólo el plaguicida que se transportaría por deriva. El puntaje para este índice es obtenido inicialmente mediante la siguiente ecuación:

$$PRISW I = (A*3) + (B*4) + (C*5.5)$$

En donde:

A es la puntuación asignada a la tasa EC_{50}/CAE obtenida para algas.

B es la puntuación asignada a la tasa EC_{50}/CAE obtenida para dafnia.

C es la puntuación asignada a la tasa LC_{50}/CAE obtenida para peces.

Tabla 20. Puntaje para categorías de *PRISW-1*.

Algas		Dafnia		Peces	
(A)		(B)		(C)	
<i>(EC₅₀/CAE)</i>	Puntaje	<i>(EC₅₀/CAE)</i>	Puntaje	<i>(LC₅₀/CAE)</i>	Puntaje
> 10.000	0	> 10000	0	> 10000	0
10000 – 1000	1	10000 – 1000	1	10000 – 1000	1
1000 – 100	2	1000 – 100	2	1000 – 100	2
10 – 100	4	10 – 100	4	10 – 100	4
2 – 10	6	2 – 10	6	2 – 10	6
< 2	8	< 2	8	< 2	8

El manual de operaciones y ejemplos del cálculo de riesgo ambiental utilizando el modelo RECAP se adjunta en el Anexo 1.

Base de Datos de Plaguicidas

La información relacionada con los plaguicidas es voluminosa ya que considera aspectos administrativos, técnicos y toxicológicos, por lo que su manejo en una base de datos facilita la disponibilidad, el intercambio y la actualización de ella. En el desarrollo de la consultoría se desarrolló la base de datos a fin de integrarla al modelo RECAP, sin embargo se vislumbra que este producto por si sólo presenta una alta funcionalidad para el trabajo que desarrolla el SAG.

La base de datos de plaguicidas del *Subdepartamento de Fertilizantes y Plaguicidas*, publicada en el sitio Web del SAG (www.sag.cl), fue utilizada como referencia de los plaguicidas autorizados para ser aplicados en el país. Esta base de datos, contenida en un archivo digital de libre disposición en formato *Excel*, contiene poco menos de 3000 entradas registradas a diciembre de 2005, contándose un total de 839 productos comerciales distintos, y 422 ingredientes activos.

Respecto de los ingredientes activos, su información fue contrastada con el *Reporte de Ventas de Plaguicidas* del año 2003 publicado por el *Subdepartamento de Plaguicidas de SAG*. Se encontró que en ese año solamente se reportaron ventas de plaguicidas en el país de 257 ingredientes activos. A la vez 140 de ellos presentaron ventas superiores a 500 kg. o litros de ingrediente activo a nivel nacional. Para estos 140 ingredientes activos se realizó una recopilación de información referente a su registro en la EPA numero CAS, clasificación, así como de sus propiedades fisicoquímicas y ecotoxicológicas para su posterior ingreso y sistematización en la base de datos. Adicionalmente, a partir de las propiedades fisicoquímicas de los ingredientes activos el software, que soporta la base de datos, realiza un cálculo en forma interna de indicadores de transporte de plaguicidas, GUS (Groundwater Ubiquity Store), Potencial Relativo de Transporte Subsuperficial y Potencial Relativo de Transporte Superficial.

La estructuración de la base de datos permite establecer un vínculo directo entre la información de los productos comerciales y las propiedades fisicoquímicas, de transporte y ecotoxicológicas de los ingredientes activos contenidos por éste. Esta integración permite, con la simple selección de uno o más productos comerciales, disponer en forma instantánea de la información relevante.

La base de datos de plaguicidas del SAG (productos comerciales) contiene 2792 registros, lo que no implica que exista esa cantidad de plaguicidas autorizados a comercializarse en el país, sino que corresponde a múltiples registros para un mismo producto comercial. Por ejemplo, el producto Pirimor tiene 29 registros (filas), en las cuales muchos de los campos contienen la misma información y sólo algunos de ellos presentan modificaciones, usualmente el campo “cultivo” o “plaga objetivo”, tal como se aprecia en la Tabla 21.

Esta forma de administrar la información, aumento el tiempo requerido para su procesamiento, por lo que se procedió a realizar un registro único por producto comercial con ingresos múltiples para los diferentes cultivos autorizados. Esto determinó una reducción del tiempo de búsqueda y de presentación de la información. En la Figura 2 se muestra la forma en que la base de datos presenta la misma información del producto Pirimor.

Tabla 21. Campos seleccionados del plaguicida Pirimor de la base de datos del SAG.

Nº AUTORIZACIÓN	NOMBRE COMERCIAL	GRUPO QUIMICO	TOXICIDAD	CULTIVO	PLAGA / OBJETIVO
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Alcachofa	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Alfalfa	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Arveja	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Berenjena	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Cereales	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Coliflor	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Lechuga	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	MAIZ	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Melón	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Papa	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Pimiento	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Repollo	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Tomate	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Ciruelo	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Damasco	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Duraznero	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Nectarino	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Raps	Pulgón del raps
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Manzano	Pulgón lanífero
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Peral	Pulgón lanífero
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Limón	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Naranja	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Mandarino	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Pomelos	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Berries	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	ARANDANO	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Frambuesa	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Frutilla	Pulgones
1004	PIRIMOR	CARBAMATO	II (Amarillo)	Mora	Pulgones

Figura 2. Campos del producto Pirimor en la Base de Datos de Plaguicidas

Producto Comercial

pirimor

ORDRAM 8 E
ORIOUS 25 EW
ORIOUS 43 SC
ORTHENE 75 SP
ORTHENE 80 ST
OSMOSE K-33
OSMOSE K-60
OXICUP BLUE WG
OXICUP WG
OXICUP WP
OXIDECCA P-70
PANGERMEX
PANTERA
PANTERA PLUS
PANZER
PARAMAK 276
PASTA PODA TPN 50
PATON 50 WP

Información comercial

Nombre comercial PIRIMOR País INGLATERRA / BRASIL / ARGENTINA

Fabricante SYNGENTA CROP PROTECCION AG / SYNGENTA LIMITED

Información administrativa

Titular autorización SYNGENTA AGRIBUSINESS S.A.

Número de autorización 1004 Fecha de autorización 18/03/2000 Fecha de cancelación VIGENTE

Información técnica

Formulación GRANULADO DISPERSABLE Modo de acción CONTACTO / FUMIGANTE Y TRANSLAMINAR

Período de reingreso 12 HRS / 7 DÍAS PARA GANADO Toxicidad humanos II (Amarillo)

Ingredientes activos

Ingrediente activo	Concentración (g/kg)	Clase química
MICARB	500	CARBAMATO

Cultivos

Cultivo	Plagas / objetivo	Otros usos	Cultivo de aplicación aérea
ALCACHOFA	PULGÓN DEL RAPS	SIN OTROS USOS	MAIZ
ALFALFA	PULGÓN LANÍGERO		ALFALFA
ARVEJA	PULGONES		CEREALES
BERENJENA			RAPS
CEREALES			

* IND: Información no disponible

Adicionalmente, se observó que en la base de datos de productos comerciales existían diferencias en el formato de la información, lo que afectaba los procesos de búsqueda o cruce de esta. Por ello se procedió a estandarizar la información de los diversos campos. Esto fue más evidente en el campo cultivo, donde la información se presentaba con o sin acento, con mayúsculas o minúsculas, etc., que el software interpretaba como cultivos distintos y por lo tanto los resultados de las búsquedas entregaban información incompleta. Por ejemplo, el cultivo Maíz, se encuentra como Maíz, MAIZ, maíz, (Tabla 22) lo que produce resultados distintos al ser ingresados como criterio de búsqueda, por lo que los nombres de cultivos se estandarizaron con mayúscula y sin tilde, por ejemplo MAIZ.

Tabla 22. Plaguicidas con diferentes formatos en el campo cultivo

Nº AUTORIZACIÓN	NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACION	GRUPO QUIMICO	MODO DE ACCIÓN	CULTIVO	PLAGA / OBJETIVO
1004	PIRIMOR	PIRIMICARB	50%	CARBAMATO	Contacto, fumigante y translaminar	maíz	Pulgones
1475	KELTHANE 50 W	DICOFOL	50%	ORGANOCOLORADO	Contacto e ingestión	maíz	Falsa araña de la vid, araña bimaclada
2284	ANAGRAN PLUS	MANCOZEB/CARBENDAZIMA	64/8% (p/p)	DITIOCARBAMATOS / BENZIMIDAZOLES	Contacto, sistémico	maíz, sorgo, arroz	Fusariosis, pythium, alternaria, carbón cubierto, sphaeloteca sorghum, sphaeroteca sp.

En el campo “cultivo” también se encontraron aplicaciones de los plaguicidas no correspondientes a cultivos (Tabla 23), por ejemplo aplicaciones al suelo, fumigaciones de galpones, que para ser tratados en los procesos de búsquedas en forma más estructurada fueron separados e introducidos en una nueva categoría, la que fue denominada “Otros Usos” (Figura 3), por ejemplo el producto AJAX 50 WP, está indicado para cultivos, control de malezas de cultivos y áreas no cultivadas como caminos, etc.

Tabla 23. Incorporación de otros usos en el campo cultivo.

Nº AUTORIZACIÓN	NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACION	GRUPO QUIMICO	MODO DE ACCIÓN	CULTIVO	PLAGA / OBJETIVO
3364	AJAX 50 WP	METSULFURON METIL	50%	SULFONILUREAS	Selectivo, sistémico y residual	Cereales, trigo, triticales, cebada	Malezas de hoja ancha susceptibles y resistentes a hormonales, malezas de hoja ancha y gramíneas anuales
3364	AJAX 50 WP	METSULFURON METIL	50%	SULFONILUREAS	Selectivo, sistémico y residual	Limpieza de sitios forestales	control de rebrotes (eucaliptus) y malezas arbustivas

Figura 3. Campo otros usos para base de datos de plaguicidas

BASE DE DATOS - PLAGUICIDAS

Producto Comercial

Última actualización: 11/07/2006 12:44:46

Producto Comercial: aja

Información comercial: Nombre comercial AJAX 50 WP, País CHILE, Fabricante AGRÍCOLA NACIONAL S.A.C. E.I.

Información administrativa: Titular autorización AGRICOLA NACIONAL S.A.C. E.I., Número de autorización 3364, Fecha de autorización 06/04/2004, Fecha de cancelación VIGENTE

Información técnica: Formulación POLVO MOJABLE, Modo de acción SELECTIVO / SISTÉMICO Y RESIDUAL, Período de reingreso 4 HORAS, Toxicidad humanos IV (Verde)

Ingredientes activos: Ingrediente activo METSULFURON METIL, Clase química SULFONILUREAS

Cultivo	Plagas / objetivo	Otros usos	Cultivo de aplicación aérea
CEREALES	MALEZAS DE HOJA ANCH...	Limpieza de sitios forestal...	CEREALES
TRIGO	MALEZAS DE HOJA ANCHA	areas no cultivadas (canal...	
TRITICALE	GRAMINEAS ANUALES	control de malezas arbusti...	
CEBADA	HUALTATA	barbecho químico en culti...	
ARROZ	HUALCACHO		

* IND: Información no disponible

Una situación algo más compleja existe en el uso de denominaciones genéricas para el campo cultivos autorizados. Por ejemplo la Vid, se encuentra ingresada como Vid, Vid vinífera, Vid de mesa, Uva, Uva de mesa (thompson seedless, red globe), Uva para vino, Viñas y parronales, etc (Tabla 24). En la base de datos se respetó el sentido de la base original de separar el cultivo de acuerdo al destino productivo que tuviera, mesa, producción de vino, pisco, etc., y en el caso que se indicaran variedades específicas, éstas se mantuvieron como tales. De igual modo se encontró cultivos denominados con nombre distintos, por ejemplo existen plaguicidas que tienen como cultivo de aplicación poroto, fréjol y frijol; arándano y blueberry, etc. En este caso se consultó con especialistas a fin de utilizar una denominación única para los cultivos.

Tabla 24. Diferentes ingresos en el campo cultivo para vid.

Nº AUTORIZACIÓN	NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACION	GRUPO QUIMICO	MODO DE ACCIÓN	CULTIVO	PLAGA / OBJETIVO
1530	CHLORPIRIFOS 50 WP	CLORPIRIFOS	50%	ORGANO-FOSFORADO	Contacto e inhalación	Uva de mesa	Conchuelas; Chanchitos blancos; Escamas
2552	TELDOR WINE 2.2% DUST	FENHE-XAMIDA	2,2 % p/p	HIDROXI-ANILIDA	Contacto	Uva para vino (en espaldera)	Botritis
2494	TIE BREAK 416,7 SC	TEBUCO-NAZOLE / FENHE-XAMIDA	66,7 g/l	IBE / TRIAZOL / HIDROXI-ANILIDAS	Sistémico/contacto	Uvas para vino	Botritis, oidio
1509	FAST 1.8 EC	ABAMECTINA	1,8% p/v	BIOLOGICO	CONTACTO / INGESTION / TRANSLAMINAR	VID	ARAÑITAS ROJA,
2437	QUADRIS	AZOXY-STROBIN	250 G/L	ESTROBILURINAS	SISTEMICO / CONTACTO	VIDES VINIFERAS	OIDIO
1013	BELMARK 300 EC	FENVALERATO	300 g/l	PIRETROIDE	CONTACTO	VIÑAS	Trips europeo
2434	ROVRAL FUM	IPRODIONE	20%	DICARBOXIMIDAS	Contacto	Uva de mesa (thompson seedless, red globe)	Botritis cinerea

Estos cambios permitieron reducir los 2792 registros iniciales a 844 registros de productos comerciales. Es importante resaltar el hecho que no se eliminó ningún registro de producto contenido en la base de datos Excel del SAG, sino que se reagrupó la información con el objetivo de asociar el producto comercial a todos los cultivos autorizados para utilizar el plaguicida, aspecto que también se observa en algunos registros de dicha base de datos. También se estandarizó el ingreso de la información en el campo cultivos, separando en el campo “otros usos”, el empleo de los plaguicidas en el control no asociado a cultivos tales como desinfección de bodegas, aplicaciones a caminos, etc.

Los cambios introducidos tuvieron por fin último facilitar la búsqueda y el cruce de información con otras aplicaciones, por ejemplo el modelo de evaluación ambiental RECAP.

Las demandas futuras de información sobre el uso de plaguicida hará más evidente la necesidad de estandarizar el registro de información de plaguicidas, por lo que sería

adecuado establecer los criterios de manejo de información de los campos de información.

La descripción técnica de los campos contenidos en la base de datos se presenta en el manual de operación en el Anexo 2.

Conclusiones y Recomendaciones

La consultoría permitió visualizar que la disponibilidad de información en el país limita la aplicación de metodologías de evaluación riesgo por uso de plaguicidas, principalmente debido a la dispersión y carencia de la información. No se disponen de bases de datos estructuradas que permitan la consulta e intercambio de información relativa a cultivos, suelos, clima y plaguicida. La propuesta actual considera un modelo de base de datos para plaguicidas y suelo que permita un expedito intercambio de información y el suministro de datos para la evaluación de procesos ambientales a través de modelos. Estas bases de datos exigen un protocolo de ingreso y administración de dato que faciliten los procesos de búsqueda y utilización por parte de los diversos organismos del estado (SAG, CONAMA, MINSAL, SERNAM, etc).

Es particularmente relevante la dificultad (alto costo) de accesos a los datos climáticos, que se traduce en una limitación a los modelos que pueden ser aplicados. Además se apreció falta de información de suelo, particularmente en relación a la erodabilidad de los suelos, que se traduce en limitación para determinar el movimiento superficial de los plaguicidas.

La información recopilada permitió la implementación de un sistema de evaluación de riesgo ambiental simplificado. El modelo basado en la publicación de Finizio et al. (2001) utiliza un sistema simplificado para determinar la concentración ambiental esperada (CAE), que debería ser remplazado por un modelo mas completo en la medida que los datos disponible lo permita.

Referencias

- Abel, P. 1991. Approaches to measuring the toxicity of pollutants to marine organisms. 269 p. *In* P. Abe and V. Axiak (eds.) Ecotoxicology and the marine environment. Ellis Horwood, Reino Unido.
- ASTM. 1988. Standard Guide for Assessing the Hazard of a Material to Aquatic Organism and their Uses. The American Society for Testing and Materials. E 1023-84 (Reapproved 1988). Annual Book of ASTM Standards, (11.01): 599-614.
- Barata, C., D. Baird, M. Medina, A., Albalat and A. Soares 2002a. Determining the ecotoxicological mode of action of toxic chemicals in meiobenthic marine communities: results from stage-specific short tests with *Tisbe battagliai*. Marine Ecology Progress Series 230: 183-194.
- Barata, C., M. Medina, T. Telfer and D.J. Baird 2002b Determining demographic effects of cypermethrin in the marine copepod *Acartia tonsa*: stage-specific short tests versus life-table tests. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 43: 373-378.
- Burnett, M. and W., Liss. 1990. Multi-Steady-State toxicant fate and effect in laboratory aquatic ecosystems Environmental Toxicology and Chemistry 9: 637-647.
- Danish Environmental Protection Agency. 1997. Bioavailability of pesticides in soil. Review of experimental data and predictive models. Pesticide Research N° 36, 46p.
- Cairns, J. 1980. Estimating Hazard. BioScience 30(2): 101-107.
- Calow, P. 1998. Environmental risk assessment and management: the whats, whys and hows?. 578 p. *In* P. Calow (ed.) Handbook of environmental risk assessment and management. Blackwell Science Ltd, Londres, Reino Unido.
- Clark, J.R. and C., Cripe .1993. Multispecies Test System. p. 227-247 *In* P., Calow (ed.) Handbook of Ecotoxicology Blackwell Science. Londres, Reino Unido.
- Chapman, P. 1995. Ecotoxicology and Pollution, Key issues. Marine Pollution Bulletin (31):167-177.

- T. Colborn, D. Dumanoski, and J.P. Myers. 1996. *Our Stolen Future*, Penguin Books, New York, USA.
- Crossland, N. and T. La Point. 1992. The design of mesocosm experiments. *Environmental Toxicology and Chemistry* 11(1): 1-4.
- Dale, V. H. and S. C., Beyeler. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicator* 1: 3-10.
- Directive 91/414/EEC. 2002. Guide document on Aquatic Ecotoxicology. p. 227-247 Sanco/3268/2001 ver 4. European Commission Health and Consumer Protection. Directorate General. 62 Brussels, Belgium.
- Encina, F. and O., Diaz. 2001. Contaminación, estimación del riesgo ecológico y protección asociado a algas bentónicas marinas. 357-336 p. *In* K. Alvear and T. Antezana (ed.) *Sustentabilidad de las biodiversidad*. Universidad de Concepción, Chile.
- Finizio, A., Calliera, M, and Vighi, M. 2001. Rating Systems for Pesticide Risk Classification on Different Ecosystems. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 49: 262-274.
- Fossi, M. C. 1991. L'utilizzo dei "Biomarkers" nella valutazione del rischio ambientali. *Metodologie e applicazioni*. *Inquinamento*. N° 12 p. 44-49.
- Gustafson, D.I. 1993. *Pesticides in Drinking Water*. van Nostrand Reinhold New York, USA.
- Hart A, K. Solomon, J. Giddings and M. Hamer 2001. Probabilistic ecological risk assessment for pesticides. SETAC short course. SETAC Europe 11th annual meeting, Madrid, España.
- Hellawell, J. M. 1986. *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management*, Elsevier, Reino Unido.
- Hickie, B., L. McCarty and G. Dixon. 1995. A residue-based toxicokinetic model for pulse-exposure toxicity in aquatic systems. *Environmental Toxicology and Chemistry* 14(12): 2187-2197.
- Hugget, R., R. Kimerle, P. Mehrle, and H. Bergman. 1992. *Biomarkers: Biochemical, Physiological and Histological markers of anthropogenic stress*. p.134 . Lewis, Boca Ratón, USA.

- Jak, R. 1997. Toxicant-induced changes in zooplankton communities and consequences for phytoplankton development. 144 p. Ph. D. diss.. Vrije Universitat, Holanda.
- Larraín, A. 1995. Criterios ecotoxicológicos para evaluar alteraciones ambientales y establecer parámetros de control: importancia de los bioensayos de toxicidad. Ciencia y Tecnología del Mar, Comité Oceanográfico Nacional CONA. 39-37.
- Levitan, L. 1997. An Overview of Pesticide Impact and Risk Assessment Systems. OECD Workshop on Pesticide Risk Indicators. Copenhagen, 21-23 April 1997.
- Linders, J., Mensink, H., Steohenson, G., Wauchope, D., and Racke, K. 2000. Foliar Interception and Retention Values after Pesticide Application. A Proposal for Standardized Values for Environmental Risk Assessment. Pure Appl. Chem., 72 (11): 2199–2218.
- Lipnick, R. 1995. Structure-Activity Relationships. 144 p. *In* G. Rand (ed.) Fundamentals of aquatic toxicology. Effects, environmental fate and risk assessment. Taylor and Francis, London, Reino Unido.
- Ma, Q., Hook, J. E., Wauchope, R., Dowler, C., Johnson, A. W., Davis, G., Clint, G., Truman, C., Summer, H., and Chandler, L. D. 2000. Gleams, Opus, PRZM 2B, PRZM3 Simulations compared with measured atrazine runoff. Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 2070-2079.
- Maltby, L. and P. Calow. 1989. The application of bioassay in the resolution of environmental problems; past, present and future. Hydrobiologia (188/189): 65-76.
- Maughan, J. 1993. Ecological Assessment of Hazardous Waste Sites. 352 p. Van Nostrand Reinhold. New York, USA.
- Medina, M., C. Barata, T. Telfer and Baird. 2002. Age and sex related variation in sensitivity to the pyrethroid cypermethrin in the marine copepod *Acartia tonsa* Dana. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 42 (1): 17-22.
- Medina, M., C. Barata, T. Telfer y D. Baird. Effects of cypermethrin on marine plankton communities. A simulated field study using mesocosms. Ecotoxicology and Environmental Safety. En Prensa.
- Medina, M., C. Barata, T. Telfer and D. Baird 2003. Assessing the risks to zooplankton grazers of continuous versus pulsed cypermethrin exposures from

marine cage aquaculture. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. En Prensa.

Munawar, M., C. Munawar, C. Mayfield and Mc, Carthy. 1989. Probing ecosystem health: a multidisciplinary and multi trophic assay strategy. Hydrobiology 188/189: 93-116

Instituto de Nacional de Normalización 1999. Nch 2083 bioensayo de toxicidad aguda mediante la determinación de la inhibición de la movilidad en Daphnia magna o Daphnia pulex (Crustacea, Cladocera) Santiago, Chile.

Norton S, D., Rodier J. Gentile, M. Troyer, R. Landy and W. Van der Schaile. 1995. The EPA's Framework for Ecological Risk Assessment.p. 703-716 In D.Hoffman, B Ratter, G. Burton and J. Cairns (eds.) Handbook of Ecotoxicology 6. Lewis Publishers. New York, USA.

Peakall, D. B and L. R. Shugart. 1992. Biomarkers: Research and Application in the Assessment of Environmental Health. NATO ASI Series H: Cell Biology. 68: 114.

Peakall, D and L. Shugart 1997. Strategy for Biomarker Research and Application in the Assessment of Environmental Health. NATO ASI Series: Cell Biology. 68: 114.

Rand, G., P. Wells and L. McCarty. 1995. Introduction to ecological risk assessment. 1125. p In G. Rand (ed.) Fundamentals of aquatic toxicology. Effects, environmental fate and risk assessment. Taylor and Francis. London, Reino Unido.

Richardson, M. 1998. Pesticides – Friend or foe. Water Science and Technology, 37(8): 19-25.

Rosemberg, D. and V. Resh 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. 140 p. Chapman and Hall. New York., USA.

SETAC 1991. Testing procedures for pesticides in freshwater static mesocosm.

SETAC-RESOLVE. 1992. Workshop on Aquatic Microcosm for ecological assessment of pesticides.

Shaw, J. and J. Kennedy 1996. The use of aquatic field mesocosm studies in risk assessment. Environmental Toxicology and Chemistry 15(5): 605-607.

- Smrchek, J. and M. Zeeman. 1998. Assessing risk to ecological systems from chemicals. 588 p. *In* P. Calow (ed.) Handbook of environmental risk assessment and management. Blackwell Science Ltd. Londres, Reino Unido.
- Sprague, J. 1969. Measurement of pollutant toxicity to fish. I. Bioassay methods for acute toxicity. *Water Research*. (3): 793-821.
- Stark, J. and J. Banken. 1999. Importance of population structure at the time of toxicant exposure. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 42: 282-287.
- Suter, G. 1993. Ecological risk assessment. 538 p. Lewis Publishers. Londres, Reino Unido.
- Soule, D. F. and G. S. Kleppel, (eds.) Marine organisms as indicators. 341 p. Springer-Verlag, New York, USA.
- Truhaut, R. 1977. Ecotoxicology: Objectives, principles and perspectives. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 1: 151-173.
- USEPA 1998. Guidelines for ecological risk assessment. Risk assessment forum 171 p.u. S. Environmental Protection Agency. EPA/630/R-95/002F, Washington, USA.
- USEPA 2002. Biological assessments and criteria: crucial components of water quality program. EPA 822-F-02-006.
- Van Leeuwen, C. and J. Hermens 1995. Risk assessment of chemicals: an introduction. 374 p. Kluwer Academic Publishers. Holanda.
- Vighi, M. 1989. Ecotossicologia. Ed. Guridico Scientifiche. Milano, Italia.
- Walthall, W. and J. Stark. 1997. Comparison of two population-level ecotoxicological endpoints: the intrinsic (r_m) and instantaneous (r_i) rates of increase. *Environmental Toxicology and Chemistry* 16(5): 1068-1073.
- Wauchope, R. Graney, R. L. Creyer, S. Eadsforth, C. Klein, A. and Racke, K.D. 1995. Pesticides Runoff; Methods and interpretation of field studies. *Pure and Applied Chemistry*. (87): 2089-2108.
- Weber, C. I. 1988. Short-term methods for estimation the chronic toxicity of effluents and receiving water to marine and estuarine organisms. U.S. Environmental Protection Agency. USEPA-600/4-87/028/.

Weber, C. I. 1993. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms 4^{ta} edición. USEPA/600/4-90/027F.

Wilson, R. and E. Crouch. 1987. Risk Assessment and Comparisons: An Introduction. Science (236): 267-270.


Anexo 1. Manual de Uso MODELO RECAP.



Manual de Uso Modelo Recap


El software que implementa el modelo RECAP cuenta con tres pantallas, que se navegan a través de pestañas que se encuentran sobre la izquierda de la pantalla. La pantalla principal (Figura 1), es aquella en la que se realizan todas las operaciones necesarias para desarrollar la evaluación de riesgo ecológico. En la Figura 1 se han destacado los principales componentes que se detallan a continuación.

La evaluación se inicia mediante la selección del cultivo que se desea evaluar. Para ello se introduce el nombre del cultivo en el cuadro de texto (círculo 1), o se puede buscar del listado de cultivos que se encuentra disponible inmediatamente bajo el cuadro de texto (círculo 2). Al seleccionar el cultivo, internamente el modelo conecta la base de datos de plaguicidas autorizado para aplicarse en el cultivo, los que se despliegan automáticamente en un listado ubicado en la parte inferior izquierda de la pantalla en el recuadro Aplicaciones: Producto o Mezclas (círculo 4). El cuadro de texto ubicado sobre el listado de los plaguicidas (círculo 3) provee una manera rápida para encontrar el producto comercial que se desea evaluar. La base de datos provee la conexión entre el cultivo y los plaguicidas autorizados y los datos tanto físico-químicos como ecotoxicológicos que se requieren en el modelo.

La selección de los plaguicidas (productos comerciales) o mezclas que se desean evaluar, se realizan en un proceso de tres pasos:

- a) Seleccionar el producto comercial (círculo 3 o 4) e ingresar dosis. La dosis a evaluar depende del objetivo de la evaluación y no tiene limitación a las dosis recomendadas del producto (círculo 5).
- b) El producto comercial y su dosis son agregados al cuadro “Registrando Producto y Dosis” (círculo 9). Los botones que se encuentran sobre el cuadro (círculos 6 al 8 ) controlan la incorporación del producto o su


eliminación. El símbolo mas agrega el producto, el icono menos elimina un producto y el icono goma de borrar elimina todos los productos. Cuando se desea evaluar sólo un producto, se ingresa el producto y su dosis para lo cual se presiona el botón más (círculo 6) que incorpora el producto y la dosis a evaluar. Cuando se desea evaluar una mezcla de productos se deben seleccionar el producto 1, su dosis e incorporarlos apretando el botón más (círculo 6 ) , seleccionar el producto 2 su dosis e incorporarlo apretando el botón más (círculo 6 ). Este proceso se debe repetir tantas veces como productos se evalúen en la mezcla.

- c) Para agregar el producto o la mezcla a la evaluación, finalmente se requiere que sea incorporado en el último cuadro denominado “Registrando aplicaciones” para lo cual se requiere pulsar el botón más ubicado sobre la tabla (círculo 10 ). Los botones ubicados sobre la tabla “Registrando aplicaciones” (círculos 10, 11 y 12) tienen la misma función que la indicada para los botones marcados con los círculos 6 al 8.

Este proceso es necesario para construir las mezclas de plaguicidas que se desean evaluar, lo que presenta como ventaja poder comparar distintas mezclas de plaguicidas en la evaluación de riesgo ecológico. Aunque el proceso resulta algo engorroso, no se encontró otra manera práctica para construir las mezclas de plaguicidas que se deseaban evaluar.

El siguiente paso es la selección de parámetros de suelo, que en el actual estado de desarrollo esta limitado a la densidad aparente de suelo. La selección de este parámetro se puede obtener mediante la selección de la serie de suelo (disponibles para los suelos de la VI y VII región) o mediante la introducción de la densidad aparente del suelo en forma directa. Para seleccionar uno de los métodos se debe escoger entre las opciones ofrecidas en la parte superior derecha de la pantalla

(círculo 14). Al escoger series de suelo se debe seleccionar una de las series disponibles en el listado (círculo 15). Por el contrario, al seleccionar “suelo definido por el usuario”, se desplegará un cuadro para ingresar el valor de densidad aparente y el listado de series de suelo será desactivado.

Finalmente en la parte inferior derecha se encuentra el área de evaluación de riesgo, para lo cual se debe seleccionar el tipo de riesgo a evaluar Crónico o Agudo (círculo 16) y el compartimiento ambiental que se desea evaluar: Ecosistema Epigeo, Ecosistema Hipogeo y Ecosistema Agua Superficial (círculo 17). La evaluación se ejecuta presionando el botón Evaluar riesgo (círculo 18 ). Al presionar los resultados son desplegados en un gráfico de barras (círculo 19). Los números ubicados a la derecha del gráfico representan los productos o mezclas evaluadas y corresponden a los números asignados en la tabla “Registrando aplicaciones” (círculo 13).

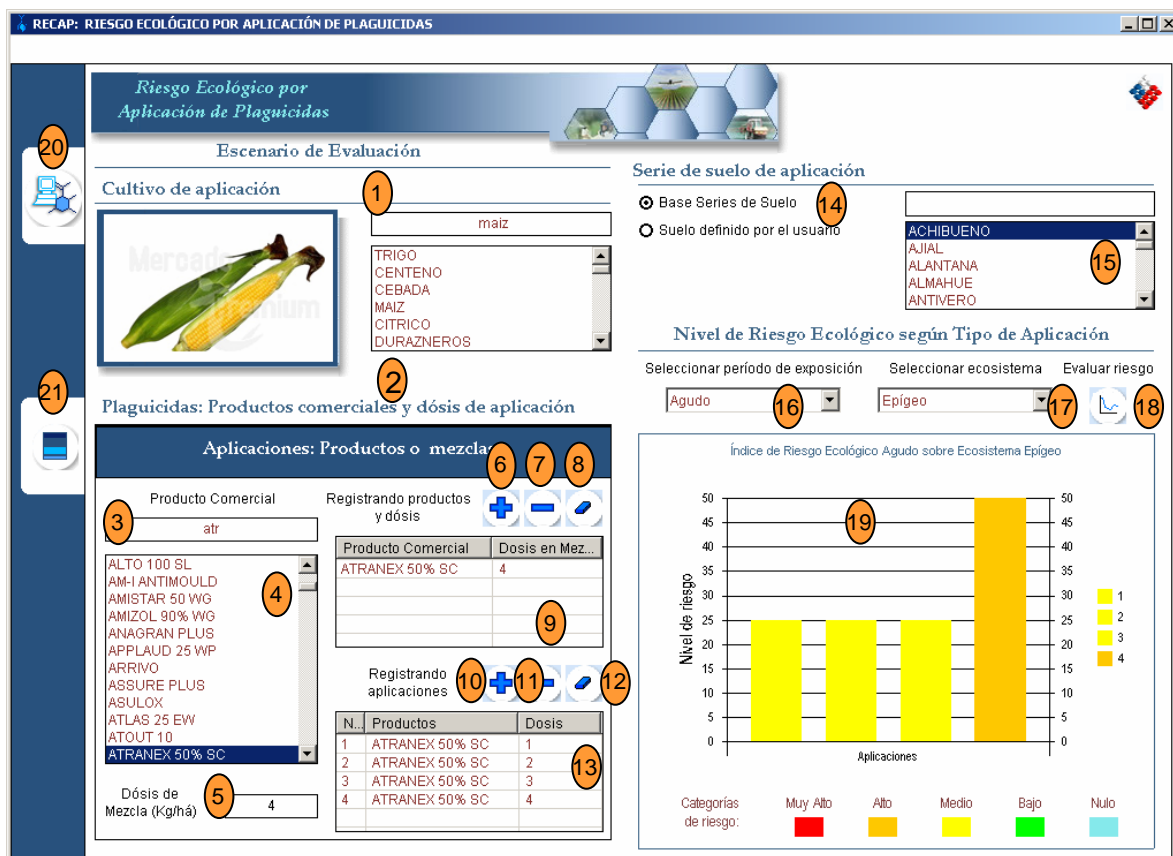



Figura 1. Pantalla principal modelo RECAP

A la izquierda de la pantalla principal se encuentran dos iconos (círculo 20  y 21) que permiten acceder a las bases de datos de plaguicidas y de suelos respectivamente. La descripción de las respectivas bases de datos se presenta a continuación de los ejemplos de uso del modelo RECAP.

Ejemplos.

A fin de ilustrar la utilización del modelo RECAP se presentan a continuación tres ejemplos. A fin de permitir una mejor visualización, en la figuras se presentan en forma parcial la pantalla del modelo resaltando las áreas en discusión.

Ejemplo 1. Ingreso de datos y evaluación de riesgo ecológico.

El primer ejemplo es la evaluación del herbicida Atranex 50 WP, que tiene por ingrediente activo atrazina y es utilizado en el cultivo de maíz. Se desea evaluar el efecto de dos dosis del producto comercial de 1 y 4 kg/ha (Figura 2). En la Figura 2 se puede apreciar que el herbicida ha sido incorporado en la tabla “Registrando aplicaciones”, en cuatro oportunidades una para cada dosis seleccionada. Luego de haber seleccionado el suelo, tipo de riesgo y ecosistema a evaluar, se realiza la evaluación mediante el botón evaluar (Figura 3).

La evaluación de los distintos ecosistemas demuestra que estos presentan diferentes riesgos a la aplicación del plaguicida y de las distintas dosis. Mientras el ecosistema agua superficial demuestra alta sensibilidad a la aplicación del plaguicida independiente de la dosis (Figura 4, el ecosistema epigeo muestra niveles de riesgo medios a dosis hasta 3 kg/ha y alto a dosis de 4 kg/ha. El ecosistema hipogeo se muestra menos afectado por las aplicaciones, con niveles de riesgo bajo a medio. La evaluación del riesgo crónico para los distintos ecosistema no se pudo realizar debido a que la base de datos no disponía la información requerida (Figura 4c), reportando el programa esta situación con un mensaje de advertencia al usuario.

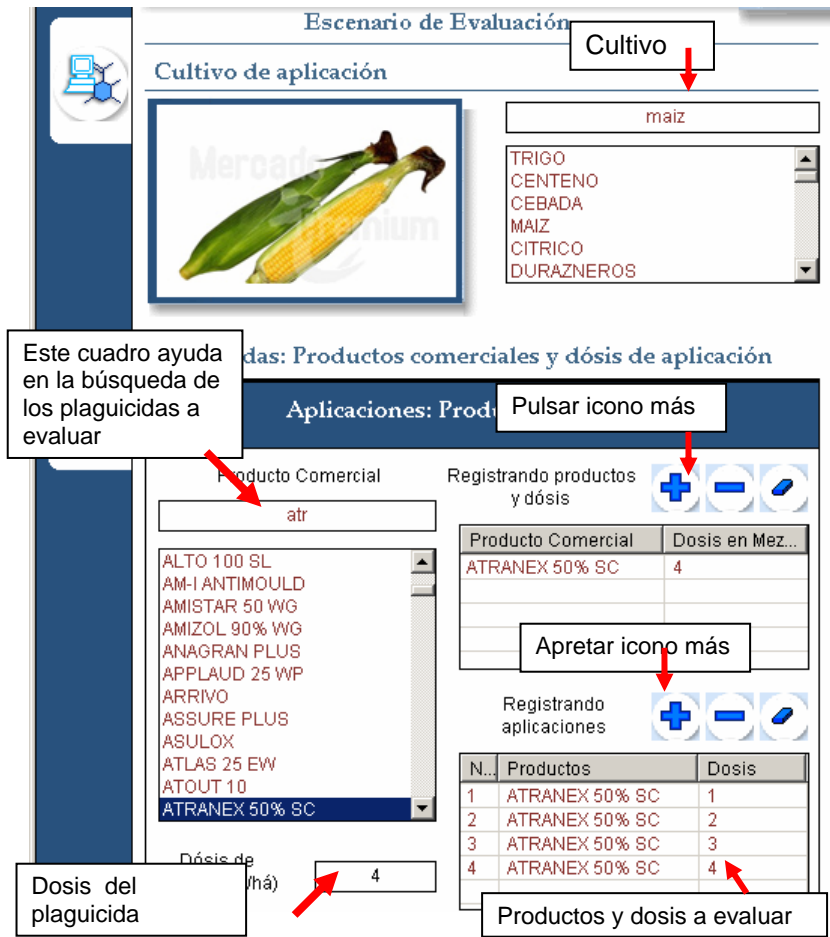


Figura 2. Ingreso de información para evaluación de riesgo

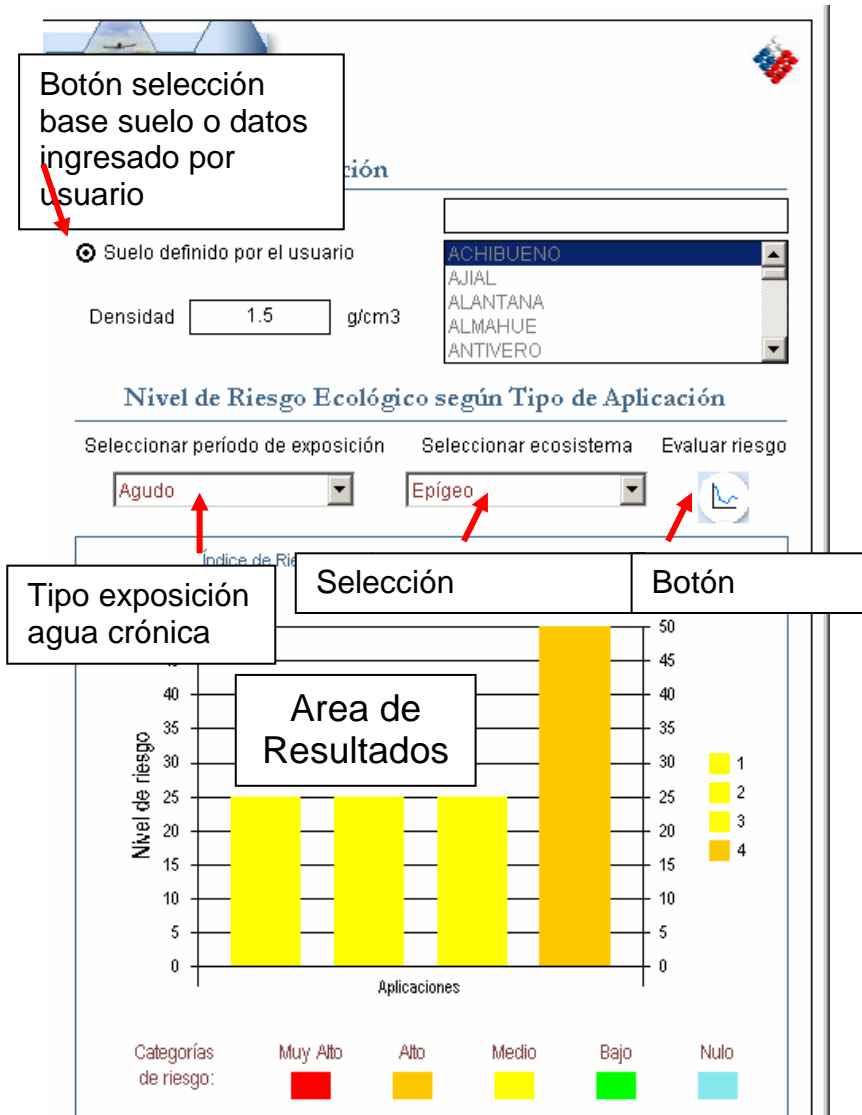
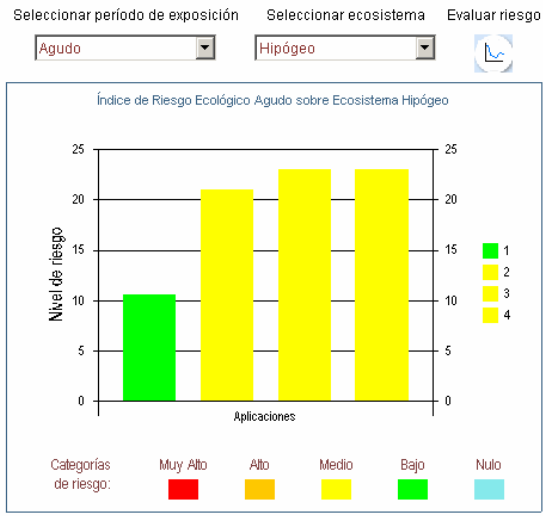
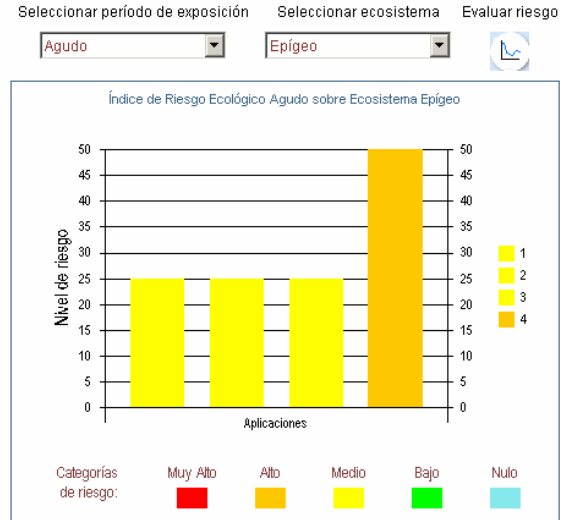


Figura 3. Selección de series de suelo, exposición y ecosistema

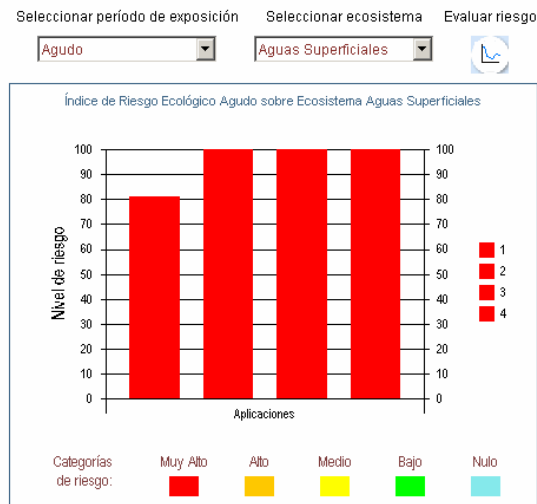
A Nivel de Riesgo Ecológico según Tipo de Aplicación



B Nivel de Riesgo Ecológico según Tipo de Aplicación



C Nivel de Riesgo Ecológico según Tipo de Aplicación



D Nivel de Riesgo Ecológico según Tipo de Aplicación

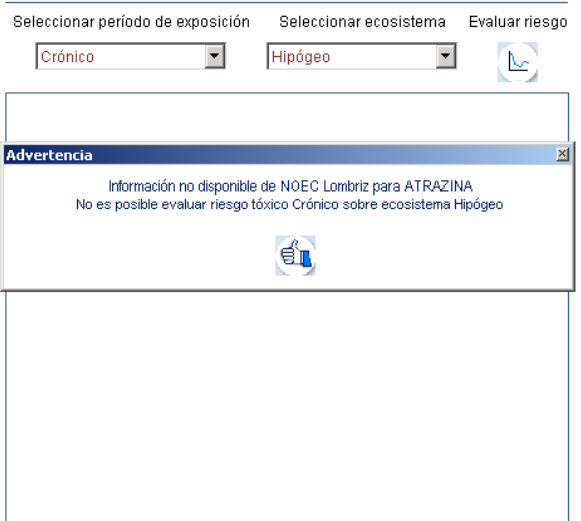


Figura 4. Resultados de evaluación ambiental del plaguicida Atranex. A Exposición Aguda, Ecosistema Hipogeo. B Exposición Aguda, Ecosistema Epigeo C. Exposición Aguda, Agua Superficial D. Exposición Crónica, Ecosistema Hipogeo

Ejemplo 2. Comparación de la evaluación de riesgo ecológico de plaguicidas en mezclas e individuales.

En el ejemplo 2 se evaluará el uso de Atranex y Lorsban en Maíz, solo o en mezclas. En la Figura 5 se presenta el ingreso de información, que en términos generales es similar al ejemplo anterior, pero en este caso se ingresa una mezcla del herbicida Atranex con el insecticida Lorsban

RECAP: RIESGO ECOLÓGICO POR APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS

Riesgo Ecológico por Aplicación de Plaguicidas

Escenario de Evaluación

Cultivo de aplicación

maiz

TRIGO
CENTENO
CEBADA
MAIZ
CITRICO
DURAZNEROS

Plaguicidas: Producto Comercial

Aplicaciones, Productos o Mezclas

Producto Comercial: lors

Registrando productos y dosis

Producto Comercial	Dosis en Mez...
ATRANEX 50% SC	2
LORSBAN 4E	3

Registrando aplicaciones

N...	Productos	Dosis
1	ATRANEX 50% SC / LO...	2 / 3

Dosis de Mezcla (Kg/há): 3

Paso 1: Seleccionar plaguicidas y dosis

Paso 2: Registrar el producto pulsando el botón más

Paso 3: Registrar la mezcla, pulsando el botón

Figura 5. Ingreso de datos para evaluación de mezclas de plaguicidas

La Figura 6 muestra el proceso de ingreso de datos y análisis concluido. En ella se puede apreciar el cuadro registrando las aplicaciones que se han ingresado en cuatro escenarios de evaluación, una mezcla de los plaguicidas en dosis de 2 y 3 kg/ha para Atranex y Lorsban respectivamente, además de la evaluación de Atranex en dosis de 2 kg/ha y Lorsban en dosis de 2 y 3 kg/ha. El resultado de la evaluación de riesgo agudo en el ecosistema hipogeo muestra que la mezcla de los ingredientes activos produce un riesgo medio, superior al riesgo del herbicida solo y superior al riesgo del insecticida.

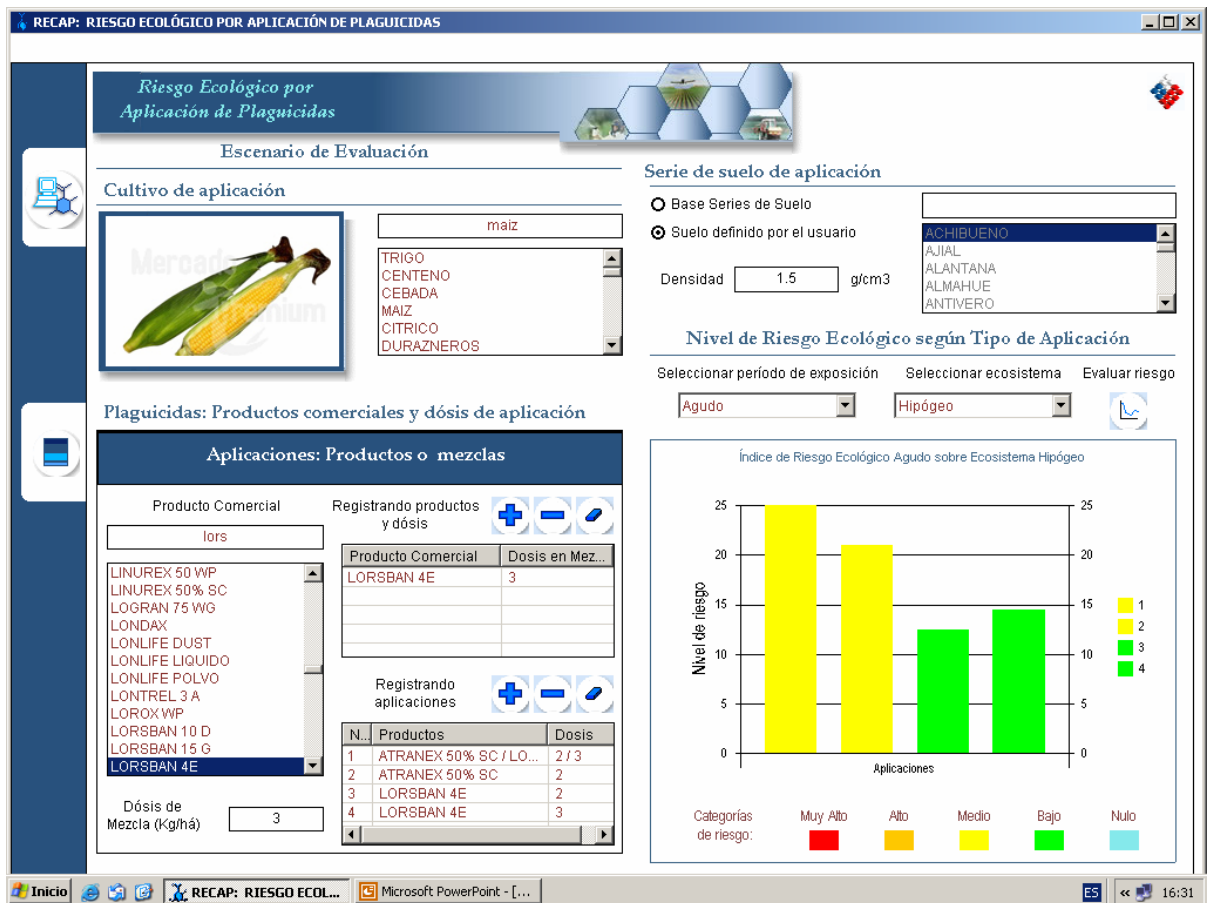


Figura 6. Comparación de la evaluación de riesgo ecológico de mezcla y plaguicidas solos.

Anexo 2. Manual de Uso Base de Datos de Plaguicidas

Manual de Uso de la Base de Datos Plaguicidas.

La presente base de datos de plaguicidas ha sido elaborada a través de la recopilación y sistematización de información bibliográfica, teniéndose como fuentes el *Servicio de Investigaciones Agrícolas de los Estados Unidos (Agricultural Research Service, Department of Agriculture)*, los datos de la *Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA – USA)*, las bases de datos de las universidades de *California (USA)* y *Cornell (USA)*, la base de datos *Pesticide Action Network*, organización no gubernamental dedicada al estudio de los plaguicidas, además de la base de datos de productos comerciales del *Servicio Agrícola y Ganadero de Chile (SAG)* (www.sag.gob.cl).

Campos de Información para Productos Comerciales

Los datos de productos comerciales se obtuvieron de la base de datos de plaguicidas del *Subdepartamento de Fertilizantes y Plaguicidas* del Servicio Agrícola y Ganadero de Chile (www.sag.gob.cl). Esta base de dato cuenta con los siguientes campos de información: Número de autorización, nombre comercial, ingrediente (s) activo(s), concentración (es), formulación, fabricante, país, titular autorización, clase química, toxicidad (humanos), modo de acción, período de reingreso, cultivos, plagas objetivo, fecha de autorización, autorización aplicación aérea y cultivos de aplicación aérea. Desde el campo plagas objetivos se extrajo la información denominada en la presente base de datos como otros usos, en la que se incluyeron todas aquellas aplicaciones que no se encontraban dirigida a los cultivos, tales como desinfecciones de galpones, etc. . Finalmente se incorporó un nuevo campo denominado fecha de cancelación.

Campos de Información para Ingredientes Activos

Respecto a la información de registros y clasificación de ingredientes activos, la base de datos presenta los siguientes campos de información:

Nombre:

Nombre del ingrediente activo.

Número CAS:

Registro del ingrediente activo en el *Chemical Abstracts Service*.

Código EPA:

Registro del ingrediente activo en la *Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos* (EPA).

Tipo de uso:

Corresponde al uso del ingrediente activo de acuerdo a las plagas objetivo susceptibles de su aplicación.

Clasificación química:

Grupo químico al que corresponde el ingrediente activo.

Respecto a la información de propiedades fisicoquímicas de los ingredientes activos, la base de datos presenta los siguientes campos de información:

Solubilidad en agua:

La solubilidad en agua de los plaguicidas es un indicador de la afinidad del plaguicida con el agua y usualmente presenta una tendencia inversa con la adsorción del plaguicida a las partículas de suelo. Plaguicidas con solubilidades mayores a 30 mg/L representan plaguicidas de alta solubilidad.

Coefficiente de adsorción carbón orgánico (K_{oc}):

La adsorción de los plaguicidas es la tendencia de los compuestos a adherirse a las partículas de suelo. Se ha observado que los plaguicidas orgánicos, no iónicos presentan una alta afinidad por la materia orgánica y en menor medida por las arcillas del suelo. La afinidad de los plaguicidas por las partículas de suelo es determinada mediante un coeficiente de partición que relaciona la cantidad de plaguicida en el

suelo con la concentración de plaguicida en la solución. Los coeficientes de partición son altamente variables, sin embargo se ha observado que la variación se reduce cuando son corregidos por el porcentaje de materia orgánica presente en el suelo. Este coeficiente es conocido como el coeficiente de partición por materia orgánica (Kom) o coeficiente de partición por carbón orgánico (Koc). Desde un punto de vista del movimiento de los plaguicidas a mayor valor de Koc menor movilidad del plaguicida en forma soluble, y por tanto menor riesgo de contaminación de agua subterránea. Sin embargo, aquellos plaguicidas que se encuentran fuertemente adheridos a las partículas de suelo presentan mayor riesgo de contaminación de las aguas superficiales por arrastre de partículas de suelo. Los pesticidas con valores Koc menores a 300, se consideran bajos en su interacción con el suelo.

Vida media hidrólisis:

La vida media es el tiempo, usualmente medido en días, requerido para que la mitad de la masa del ingrediente activo sea degradada. Describe la persistencia de los plaguicidas sobre un determinado sustrato y condición. Incluye una serie de procesos que ocurren en el suelo a través de los cuales los plaguicidas son degradados, por ejemplo degradación microbiana y química, absorción por la planta, y en el caso de la presente al proceso de hidrólisis. Al ser un factor que incluye la participación de las comunidades microbianas no es un valor absoluto, sino un rango que es afectado por condiciones de humedad, temperatura, materia orgánica, pH del suelo y actividad microbiana. En los países desarrollados como Estados Unidos, existen bases de datos de la vida media de los plaguicidas en diferentes suelos y condiciones, de los cuales se han obtenidos valores referenciales. Los plaguicidas con mayor resistencia a la degradación y por tanto vidas medias mayores, presentan mayores potenciales de contaminación de aguas subterráneas. Pesticidas con vidas medias menores a 30 días se consideran no persistentes, aquellos que poseen una vida media entre 31 y 99 días son clasificados como medianamente persistentes y aquellos con una vida media en el suelo mayor a 100 días son clasificados como persistentes.

Vida media en suelo aerobio:

Vida media en condiciones de suelo aerobio (presencia de oxígeno).

Vida media en suelo anaerobio:

Vida media en condiciones de suelo anaerobias (sin presencia de oxígeno).

Presión de vapor:

La presión de vapor es un indicador de la tendencia de los plaguicidas a evaporarse. Aquellos con mayores valores tendrán mayor tendencia a pasar a la atmósfera, desde donde pueden ser transportados y depositados, a través de la lluvia, en un área distante del lugar en que fueron aplicados. Este mecanismo puede transportar grandes masas de plaguicidas a cuerpos de aguas representando un riesgo de contaminación. La presión de vapor en la base de datos se reporta en la unidad Sistema internacional Pascal, pero en la literatura se encuentran varias otras unidades tales como mm de mercurio (mmHg. o torr.), libras por pulgada cuadrada (lb/inch²), y atmósferas (atm). Las conversiones de las unidades se presentan a continuación:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ kg/m}\cdot\text{s}^2$$

$$1 \text{ Pa} = 7.5 \times 10^{-3} \text{ mm Hg (Torr)}$$

$$1 \text{ kPa (kilopascal)} = 1000 \text{ Pa} = 7.5 \text{ mm Hg (Torr)}$$

$$1 \text{ mPa (millipascal)} = 0.001 \text{ Pa} = 7.5 \times 10^{-6} \text{ mm Hg (Torr)}$$

$$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ kPa (kilopascal)}$$

$$1 \text{ atm} = 14.70 \text{ lb/inch}^2$$

Pesticidas con presiones de vapor menores a 1.0×10^{-8} (1.0 E-08) tienen bajo potencial de volatilización, mientras que aquellos con presiones mayores 1.0×10^{-3} (1.0 E-03) tienen alto potencial de volatilización.

Coefficiente de partición octanol-agua (Kow):

La relación de la solubilidad del ingrediente activo en n-octanol y agua en equilibrio.

Respecto a la información de propiedades ecotoxicológicas de los ingredientes activos, la base de datos presenta los siguientes campos de información:

LD₅₀ oral agudo para mamíferos:

Dosis del ingrediente activo (mg/kg) que es letal para el 50% de los mamíferos expuestos a ésta por vía oral.

NOEL crónico para mamíferos:

Máxima dosis del ingrediente activo (mg/kg) determinada para mamíferos, a partir de la cual no se observa aumento en la frecuencia o severidad de un efecto.

LD₅₀ agudo para aves:

Dosis del ingrediente activo (mg/kg) que es letal para el 50% de las aves expuestas a ésta.

NOEL crónico para aves:

Máxima dosis del ingrediente activo (mg/kg) determinada para aves, a partir de la cual no se observa aumento en la frecuencia o severidad de un efecto.

LC₅₀ agudo para peces:

Concentración del ingrediente activo (mg/L) que es letal para el 50% de los peces expuestos a ésta.

NOEC crónico para peces:

Máxima concentración del ingrediente activo (mg/L) determinada para peces, a partir de la cual no se observa aumento en la frecuencia o severidad de un efecto.

LD₅₀ agudo para lombriz:

Dosis del ingrediente activo (mg/kg) que es letal para el 50% de lombrices expuestas a ésta.

NOEL crónico para lombriz:

Máxima dosis del ingrediente activo (mg/kg) determinada para lombrices, a partir de la cual no se observa aumento en la frecuencia o severidad de un efecto.

LD₅₀ agudo para abeja:

Dosis del ingrediente activo (µg/abeja) que es letal para el 50% de las abejas expuestas a ésta.

LC₅₀ agudo para dafnia:

Concentración del ingrediente activo (mg/L) que es letal para el 50% de dafnias expuestas a ésta. Dafnia es un crustáceo reconocible por tener una apariencia semejante a una pequeña lenteja semitransparente de apenas pocos milímetros.

NOEC crónico para dafnia:

Máxima concentración del ingrediente activo (mg/L) determinada para dafnias, a partir de la cual no se observa aumento en la frecuencia o severidad de un efecto. Dafnia es un crustáceo reconocible por tener una apariencia semejante a una pequeña lenteja semitransparente de apenas pocos milímetros.

EC₅₀ agudo para lemna:

Concentración del ingrediente activo (mg/L) en la cual se observa efecto para el 50% de lemnas expuestas a ésta. Lemna es una especie de planta acuática natante.

Finalmente, se incluyeron tres indicadores de movimiento de plaguicidas: El índice GUS, el potencial relativo de lixiviación, y el Potencial relativo de transporte

superficial. Adicionalmente se incluye el factor de bioconcentración. Estos son determinados en forma interna por el software que soporta la base de datos.

Índice *GUS* (Ground Water Ubiquite Score):

El índice de *GUS* (Gustafson, 1989) es un indicador derivado en forma empírica que relaciona la persistencia del ingrediente activo, mediante la evaluación de la vida media del ingrediente y la interacción de éste con la matriz de suelo mediante el valor de coeficiente de partición por carbón orgánico (*Koc*). En esencia este indicador evalúa el potencial de movimiento de un ingrediente activo hacia el agua subterránea. Sin embargo, para que el ingrediente activo se movilice deben existir otras condiciones tales como suelos y napas freáticas vulnerables y movimiento de agua (precipitación o riego) que transporte la molécula. Es una herramienta útil para determinar cuales ingredientes activos tienen mayor probabilidad de ser encontrados en el agua subterránea. Este índice ha sido incorporado en muchos modelos de evaluación de transporte de plaguicidas. Los plaguicidas con un valor de *GUS* mayor a 2.8 son clasificados como plaguicidas con potencial de movimiento en el suelo. Investigadores de la Universidad de Oregon han subdividido el riesgo de movimiento del plaguicida en función del índice de *GUS* (Tabla 1).

Tabla 1. Potencial de movimiento de plaguicida a agua subterránea se acuerdo a valores del índice *GUS*.

<i>GUS</i>	Categoría Movimiento de Pesticida
<0.1	Extremadamente bajo
0.1 - 1.0	Muy bajo
1.0 - 2.0	Bajo
2.0 - 3.0	Moderado
3.0 - 4.0	Alto
> 4.0	Muy Alto

El índice de *GUS* se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$GUS = \log_{10}(Vida\ Media\ Suelo) \times (4 - \log_{10}(Koc))$$

Potencial relativo de lixiviación:

Indica la tendencia de los ingredientes activos a moverse en solución acuosa y lixiviar a través del perfil del suelo. El potencial relativo de lixiviación (*PRL*) se calcula genéricamente mediante la siguiente ecuación:

$$PRL = (Koc / Vida Media Suelo) \times 10$$

Potencial relativo de transporte superficial:

Indica la tendencia de los ingredientes activos a moverse en solución acuosa a través de la escorrentía superficial del suelo. El potencial relativo de lixiviación (*PRTS*) se calcula genéricamente mediante la siguiente ecuación:

$$PRTS = 1000000 / (Koc \times Vida Media Suelo)$$

Factor de bioconcentración:

Es una medida para caracterizar la acumulación de un químico en un organismo. Es definida como la concentración del químico en el organismo dividida por la concentración en el agua circundante. Por tanto, este factor evalúa el potencial que el ingrediente activo tiene para acumularse en los tejidos de los organismos acuáticos, tales como peces, moluscos, etc.

Tabla 2. Clasificación de los niveles del factor de bioconcentración.

Factor de Bioconcentración	Nivel de acumulación
> 1000	Alto potencial
1000 –250	Moderado Potencial
< 250	Bajo Potencial

El factor de bioconcentración se relaciona con el coeficiente de partición agua-octanol mediante la siguiente formula:

$$\log(BCF) = 0.79 \times \log(Kow) - 0.4$$

Instalación y Manejo de Software

Requerimientos.

- Compatible desde Sistema Operativo Windows 98 hasta Windows XP.
- 20 Megabytes de espacio libre en Disco Duro.

Instalar Base de Datos Plaguicidas.

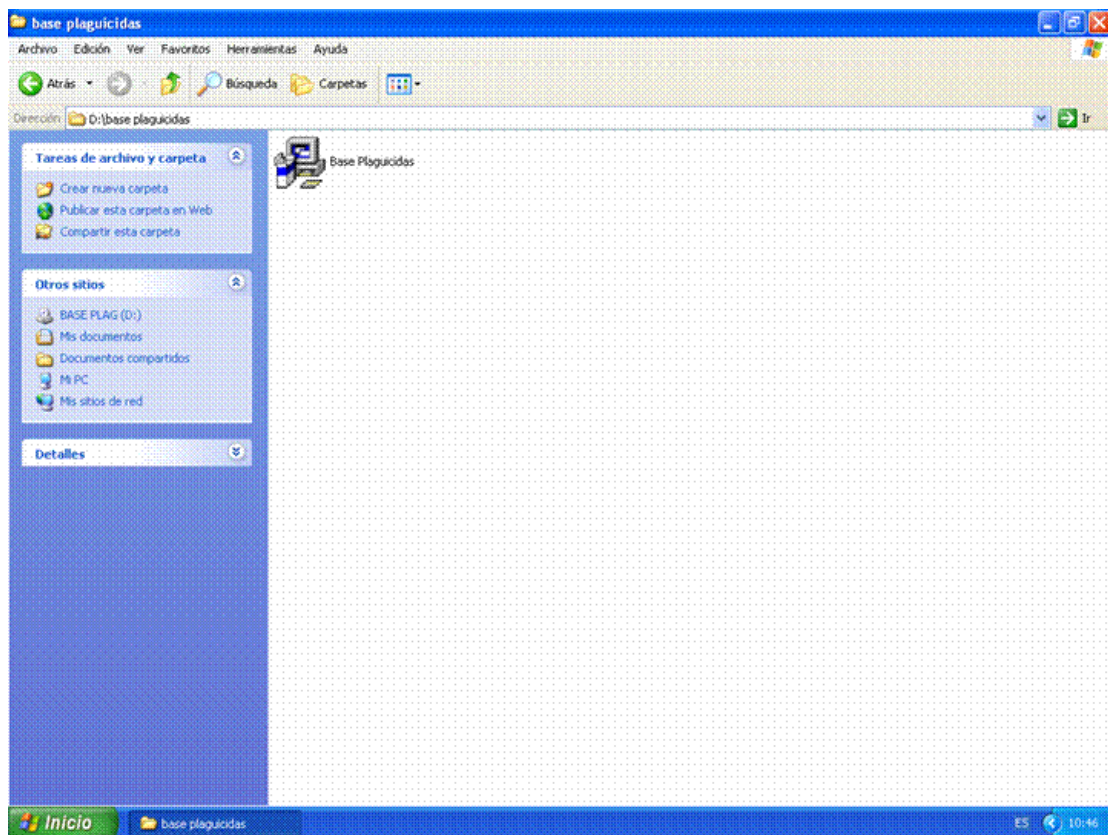


Figura 1. Carpeta de instalación

- Al colocar el CD en el lector inmediatamente se despliega el cuadro de diálogo *Instalado Base Plaguicidas*.

Igualmente se puede desplegar el cuadro de diálogo al explorar el CD y hacer doble clic sobre archivo Base Plaguicidas.exe, el cual corresponde al archivo instalador.

- En cualquiera de los dos casos se despliega el cuadro de diálogo *Instalando Base Plaguicidas* (Figura 2).

- Hacer clic en *Siguiente* y comenzará la instalación. Podrá elegir manualmente la ruta de instalación o bien se instalará por defecto en archivos de programa de su computador.

- Se instalarán los archivos necesarios tanto en el sistema como en la ruta de instalación. Para el correcto funcionamiento del programa **NO DEBEN** borrarse manualmente los archivos instalados.

- Una vez que se haya completado la instalación (Figura 3), instantáneamente se crea un acceso directo en el escritorio, haga una copia del icono Base de Datos Plaguicidas en el escritorio.

- Finalmente, quedará un acceso a la Base de Datos en el menú de inicio de Windows (Figura 4).



Figura 2. Instalando



Figura 3. Diálogo instalación completa

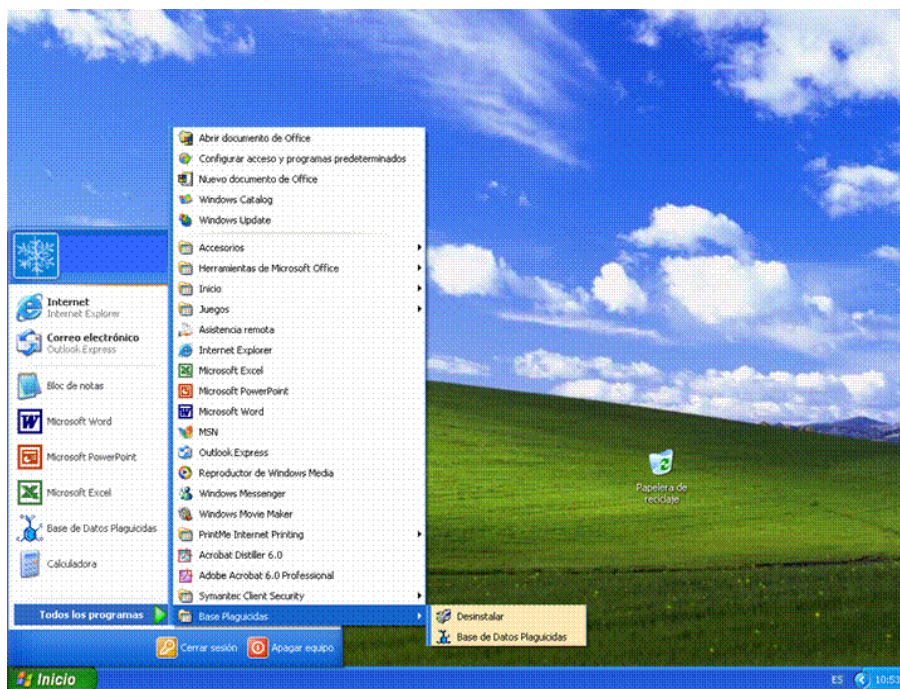


Figura 4. Acceso desde el menú inicio de Windows

Despliegue de Datos por Registro Seleccionado.

En el presente manual, la descripción de la funcionalidad de la base de datos, interactuando con los controles (botones, deslizadores, etc.) y exploración de los diversos campos de información de la base se realiza mediante la numeración de las distintas funciones, marcadas con círculos en color naranja, ubicados éstos en la pantalla de la base de datos (Figura 5 y siguientes).

La base de plaguicidas tiene tres ventanas principales: *Ingrediente Activo*, *Producto Comercial* y *Asociación Ingrediente Activo - Producto Comercial*, las que se activan con los iconos (pestañas) ubicados al lado izquierdo de la pantalla (Figura 5, círculos 2 y 3). Presionando sobre éstos el usuario se podrá desplazar desde una a otra, respectivamente.

- La Figura 5 muestra la ventana *Base de Datos Plaguicidas – Productos Comerciales*.

- El cuadro de texto de lista (círculo 10) presenta el listado de todos los productos comerciales presentes en la base de datos. Este listado puede ser explorado desplazándose a través del deslizador.
- Al hacer clic sobre cualquier producto comercial, inmediatamente son desplegados todos sus datos asociados, tales como *Nombre Comercial*, *País* (de fabricación), *Plagas Objetivos*, etc (círculo 8 y hacia abajo).
- De igual forma, si se busca un producto en particular, es posible colocar el nombre en el cuadro de texto (círculo 1) ubicado arriba del listado. Automáticamente se verá seleccionado en el listado (círculo 10) el producto ingresado y por consiguiente, se desplegarán todos sus datos asociados.
- Al hacer clic sobre las pestañas al lado izquierdo de la pantalla (Figura 5, círculos 2 y 3) se puede acceder a la ventana *Base de Datos Plaguicidas – Ingredientes Activos* o *Base de Datos Plaguicidas – Asociación Ingrediente Activos / Producto Comercial*, respectivamente (Figuras 6 y 7).

BASE DE DATOS - PLAGUICIDAS

Producto Comercial

Última actualización: 11/7/2006 12:44:46 PM

Producto Comercial

Información comercial

Nombre comercial: BETANAL EXPERT País: ALEMANIA

Fabricante: BAYER CROPSCIENCE AG Y FILIALES

Información administrativa

Titular autorización: BAYER S.A.

Número de autorización: 3472 Fecha de autorización: 11/02/2004 Fecha de cancelación: VIGENTE

Información técnica

Formulación: CONCENTRADO EMULSIONABLE Modo de acción: CONTACTO

Período de reingreso: HASTA QUE LA APLICACIÓN SE HALLA SECADO Toxicidad humanos: III (Azul)

Ingredientes activos

Ingrediente activo	Concentración (g/kg)	Clase química
PHENMEDIPHAM	75	CARBAMATO
DESMEDIPHAM	25	SULFONATO
ETHOFUMESATE	151	**

Cultivo	Plagas / objetivo	Otros usos	Cultivo de aplicación aérea
REMOLACHA	TOMATILLO	SIN OTROS USOS	NO
BETARRAGA	DURAZNILLO		
ACELGA	CHAMICO		
	YUYO		
	RABANO		

* RD: Información no disponible

Start RECAP: RIESGO ECOLÓ... BASE DE DATOS - PLA... 1:49 AM

Figura 5. Base de Datos Plaguicidas - Productos Comerciales

BASE DE DATOS - PLAGUICIDAS

Ingrediente Activo

Última actualización: 11/7/2006 1:58:09 PM

Ingrediente Activo

Nombre: PENCONAZOL

Clasificación

Según clase química: TRIAZOL

Según tipo - uso: FUNGICIDA

Registros

Numero CAS: 66346-88-6

Registrado en EPA - USA: No

Código EPA - USA: 128999

* IND: Información no disponible

Propiedades ecotoxicológicas

LD50 oral agudo mamíferos (mg/kg)	2115
NOEL crónico mamíferos (mg/kg)	IND
LD50 agudo aves (mg/kg)	IND
NOEL crónico aves (mg/kg)	IND
LC50 agudo peces (mg/l)	1.7
NOEC crónico peces (mg/l)	IND
LC50 agudo dafnia (mg/l)	5
NOEC crónico dafnia (mg/l)	IND
LD50 agudo abeja (ug/abeja)	19
EC50 agudo lombriz (mg/kg)	1000
NOEC crónico lombriz (mg/kg)	3.04
EC50 agudo alga (mg/l)	3
NOEC crónico alga (mg/l)	IND
EC50 lemna (mg/kg)	IND




Propiedades fisicoquímicas


Solubilidad en agua (mg/l)	73
Coefficiente de adsorción (Koc)	619
Vida media hidrólisis (días)	IND
Vida media suelo aeróbico (días)	328
Vida media suelo anaeróbico (días)	IND
Presión de vapor (pa)	0.00037
Coefficiente partición octanol - agua (log Kow)	IND

Índices

Índice G.U.S.	0.00
Potencial relativo lixiviación	19
Potencial relativo transporte superficial	19
Factor de bioconcentración	3.72

Figura 6. Base de Datos Plaguicidas – Ingredientes Activos

- Al seleccionar el botón *Base Completa* (Figura 5, círculo 4 ) , se despliegan todos los datos de la base simultáneamente en una sola planilla. Al igual que en una planilla *Excel*, se pueden ver todos los registros de ingredientes activos o de productos comerciales presentes en la base de datos (Figura 8).
- Al hacer clic sobre el botón *Consultar* (Figura 5, círculo 5 ) se accede al *Generador de consultas* de la base datos (Figura 9).
- Al elegir el botón *Editar* (Figura 5, círculo 6 ) se accede al editor de la base de datos, en donde es posible cambiar los datos de los registros existentes, o bien agregar nuevos registros por el usuario (Figura 5).

- Al hacer clic sobre el botón *Exportar* (círculo 7 ) se despliega un cuadro de diálogo para exportar los datos presentes en la ventana como archivo en formato digital de planilla de *Excel* (.xls).
- Al hacer clic sobre el botón “*Acerca de ...*” (círculo 8) se despliega una ventana que indica los datos del desarrollador del sistema.
- La *Base de Datos Plaguicidas* cuenta con dos “sub-bases”: *Ingredientes Activos* y *Productos Comerciales*. Sobre el texto indicado en el círculo 9 se señala la fecha de la última modificación (actualización) de la “sub base” correspondiente.
- La Figura 6 muestra la ventana *Base de Datos Plaguicidas – Ingredientes Activos*. Los botones de esta ventana tienen exactamente las mismas funciones que la ventana anterior. Los datos que son desplegados son, entre otros, propiedades fisicoquímicas como *Solubilidad en Agua*, *Vida Media en Suelo Anaerobio*, *Uso* como por ejemplo Fungicida o Herbicida, *Clase Química* como por ejemplo Organoclorado o Piretroide, además de información de registros como *Número CAS* o *Registro en EPA- USA*.
- Un poco distinta a las anteriores es la ventana *Base de Datos Plaguicidas – Asociación Ingredientes Activos/Productos Comerciales* (Figura 7). Esta permite conocer en cuántos productos comerciales distintos se encuentra un determinado ingrediente activo, así como también en qué concentración. Inversamente se puede conocer cuales son los ingredientes activos y las concentraciones de un determinado producto comercial y adicionalmente en que otros productos se encuentran los mismos ingredientes activos.
- En el cuadro de selección indicado con el círculo 2 (Figura 7) se puede escoger iniciar la búsqueda desde el listado de ingredientes activos o bien desde el de productos comerciales presentes en la base. Estos se desplegarán en el cuadro de texto de lista (círculo 1).

BASE DE DATOS - PLAGUICIDAS

Asociación
Ingrediente - Producto

Ingrediente Activo /
Producto Comercial

Ingrediente activo

2

1

3

4

5

6

7

8

Registros seleccionados

Seleccionar campo País

Producto Comercial	Toxicidad humanos	Ingredientes activos	Concentración (g/kg)
TELDOR 50 WG	IV (Verde)	FENHEXAMID	500
TELDOR 50 WP	IV (Verde)	FENHEXAMID	500
TELDOR DUST-S	IV (Verde)	FENHEXAMID	34
		AZUFRE	867
TELDOR WINE 2.2% DUST	IV (Verde)	FENHEXAMID	22
TIE BREAK 416 / 7 SC	III (Azul)	TEBUCONAZOLE	66,7
		FENHEXAMID	350 g/l (30,5% p/p) LAS E...
HYMEXAZOL 70% WP	IV (Verde)	HYMEXAZOL	700
HYMEXAZOL ANASAC	IV (Verde)	HYMEXAZOL	700




Producto comercial	Titular de autorización	Plagas objetivo	País
TELDOR 50 WG	BAYER S.A.	BOTRITIS / PUDRICIÓN ACL...	ALEMANIA
TELDOR 50 WP	BAYER S.A.	BOTRITIS	ALEMANIA
TELDOR DUST-S	BAYER S.A.	BOTRITIS / OIDIO	CHILE
TELDOR WINE 2.2% DUST	BAYER S.A.	BOTRITIS	CHILE
TIE BREAK 416 / 7 SC	BAYER S.A.	BOTRITIS / OIDIO	ALEMANIA Y FILIALES
HYMEXAZOL 70% WP	COMERCIAL TERRA LT...	PHYTIUM SPP / APHANOMY...	CHINA
HYMEXAZOL ANASAC	AGRICOLA NACIONAL ...	PYTHIUM / APHANOMICES /	CHILE

* IND: Información no disponible

Start RECAP: RIESGO ECOLÓ... BASE DE DATOS - PLA... 1:53 AM

Figura 7. Base de Datos Plaguicidas – Asociación Ingrediente / Producto

- Al hacer doble clic sobre el listado del cuadro de texto de lista (círculo 1) en un registro de ingrediente activo o producto comercial según sea el caso, éste será seleccionado en la lista y, simultáneamente, se desplegarán en forma instantánea sobre la tabla indicada con el círculo 3, todos los productos comerciales que contienen el ingrediente activo seleccionado, o bien los productos comerciales que comparten uno o más ingredientes activos con el producto comercial seleccionado.
- Como información adicional, se despliega la *Toxicidad* para humanos del producto comercial.
- Al hacer doble click en la tabla indicada en el círculo 3 sobre un producto comercial se elimina este registro.

- Para todos los productos seleccionados se pueden agregar campos de información adicionales en la tabla indicada con el círculo 5, tales como *Tipo de Formulación*, *Modo de Acción*, *Plagas Objetivos*, *Cultivos* y otros, mediante la selección del campo respectivo en el selector indicado con el círculo 4.
- Una vez elegido el campo de información, se agrega ésta en la tabla haciendo clic en el botón *agregar campo* (círculo 6 )
- Se puede eliminar un campo de información seleccionándolo en el mismo selector (círculo 4) y haciendo clic en el botón *remover campo* (círculo 7 )
- Finalmente es posible eliminar de una vez todos los registros seleccionados en ambas tablas, haciendo clic en el botón *eliminar registros* (círculo 8 )

Despliegue de Registros Base de datos completa.

BASE DE DATOS PLAGUICIDAS

Ingrediente Activo

11/7/2006 1:58:09 PM

Base de datos plaguicidas - ingredientes activos

Nombre	Número CAS	Código EPA	Tipo - Uso	Clasificación química	Registrado en EPA	Solubilidad en agua (mg)	Coefficiente
TRIFORINE	26644-46-2	107901	FUNGICIDA	Piperazina	SI	10	4
TRITICONAZOLE	131983-72-7	125620	FUNGICIDA	TRIAZOL	SI	7	370
AZUFRE	7704-34-9	077501	FUNGICIDA / INS	AZUFRE / METALOIDES	SI	0.0000001	2255
DIFENILAMINA	122-39-4	038501	FUNGICIDA / INS	AMINA AROMATICA SEC	SI	IND	IND
2,4-D SAL DIMETILAMINA	2008-39IND	30019	HERBICIDA	Fenoxiaceticos	SI	571333	IND
ACETOCHLOR	34256-82IND	121601	HERBICIDA	Cloroacetanilidas	SI	223	100
ALACHLOR	15972-60-8	90501	HERBICIDA	Cloroacetanilidas	SI	200	131
AMINOTRIAZOL	61-82-5	**	HERBICIDA	Triazol	SI	360000	93
AMITROL	61-82-5	004401	HERBICIDA	AMINOTRIAZOLES	SI	264000	91
ASULAM SODIUM	2302-17-2	262300	HERBICIDA	CARBAMATO	SI	IND	6.1
ATRAZINA	1912-24-9	80803	HERBICIDA	Triazina	SI	33	147
BENSULFURON METIL	83055-99-6	128820	HERBICIDA	SULFONILUREAS	SI	34.5	6.2
BENTAZONE	25057-89-0	275200	HERBICIDA	Benzotiadiazinonas	No	2300000	35
BENTAZONE SAL SODICA	50723-80-3	103901	HERBICIDA	Benzotiadiazinonas	SI	530	116
CLETHODIM	99129-21-2	121011	HERBICIDA	CICLOHEXANODIONA	SI	6634	116
CLOMAZONA	81777-89-1	125401	HERBICIDA	ISOXAZOLIDINONAS	SI	1001	356
CLORIDAZON	1698-80-8	069601	HERBICIDA	PIRIDAZONAS	SI	400	120
DICAMBA SAL SODICA	1982-89-0	029806	HERBICIDA	DERIVADO BENZOICO	SI	IND	IND
DICHLORIBENIL	1194-85-6	027401	HERBICIDA	BENZONITRIL	SI	21	0.06
DICLOFOP METIL	51338-27-3	319200	HERBICIDA	FENOXIPROPIONICOS	SI	0.8	16000
DIMETHENAMID	87674-68-8	129051	HERBICIDA	Aminas	SI	IND	IND
DIQUAT	85-00-7	32201	HERBICIDA	Bipindilo	SI	677000	352898
DIURON	330-54-1	035505	HERBICIDA	UREAS DERIVADAS	SI	42	477
EPTC	759-94-4	41401	HERBICIDA	Tiocarbamato	SI	345	223
ETHOFUMESATE	26225-79-6	427200	HERBICIDA	sin clasificacion	SI	50	147
FLUAZIFOP BUTIL	69806-50-4	122805	HERBICIDA	FENOXIPROPIONATO	SI	1	1772
FLUCARBAZONE SODICO	181274IND7-9	114009	HERBICIDA	Triazolinonas	SI	IND	IND
FOMESAFEN	72178-02-0	123802	HERBICIDA	DIFENIL ETER	SI	600	99
GLIFOSATO	1071-83-6	417300	HERBICIDA	Aminas Acidas	SI	12000	2100

Figura 8. Base de Datos Plaguicidas completa

- La Figura 8 muestra la ventana *Base de Datos Plaguicidas*, la cual permite visualizar todos los campos de información y todos los registros de una sola vez.
- Se puede distinguir tanto la “sub base” *Ingredientes Activos* como la “sub base” *Productos Comerciales*.

Generador de Consultas.

- El software que soporta la base de datos de plaguicidas permite formular consultas sobre la información contenida según lo requiera el usuario. La Figura 9 muestra la ventana *Generador de consultas*.

- Es posible realizar consultas tanto a la “sub base” *Ingredientes Activos* como a la “sub-base” *Productos Comerciales* a través del selector indicado con el círculo 2 y consultar de modo selectivo o global a través del selector indicado con el círculo 1.

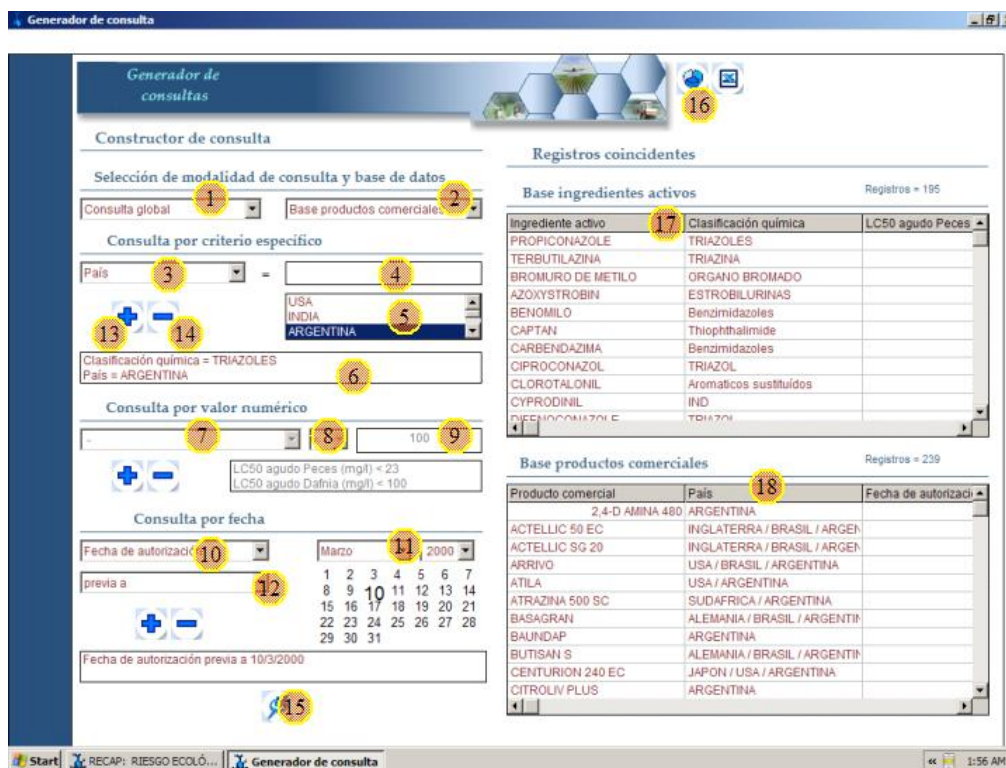


Figura 9. Generador de consultas


- Consultar de modo selectivo significa que serán seleccionados los productos que cumplan con todas las características seleccionadas. Por ejemplo, si se seleccionan Ingredientes activos que sean fungicidas y nuevamente se selecciona solubilidad en agua menor a 100 mg/L, el resultado serán los ingredientes activos que son usados como fungicidas y además poseen una solubilidad menor a 100 mg/L. Pueden ser todas las condiciones a la vez que requiera el usuario, de modo de filtrar el conjunto de ingredientes o productos. En algunos casos, resultaría incongruente elegir un campo de información dos veces bajo el modo selectivo. Por ejemplo que un ingrediente tenga una solubilidad menor a 100 mg/L y mayor a 120 mg/L al mismo

tiempo. De esta forma, si se elige en el mismo ejemplo el campo *Solubilidad* y se le asigna el criterio de búsqueda inicial, no se puede seleccionar el mismo campo nuevamente.

- Si se desea consultar por ejemplo ingredientes que tengan una solubilidad menor a 100 mg/L o mayor a 120 mg/L al mismo tiempo, se debe seleccionar *Consulta global* en selector (círculo 1). Esto entrega como resultado todos aquellos ingredientes activos que son o bien de solubilidad menor a 100 mg/L o bien de solubilidad mayor a 120 mg/L.
- Una vez seleccionada la “sub base” y el modo de consulta se puede buscar por tres tipos de datos: *criterios específicos* en campos de información como categorías o clases (círculo 3), *valor numérico* (círculo 7) y *fechas* (círculo 10). En los primeros el valor es una categoría discreta no evaluable numéricamente como herbicida, peral, Inglaterra, etc. En los segundos el valor corresponde a valor numéricos como 1.5, 10, 150.8 etc. Si el valor ingresado en círculo 9 no es numérico se despliega un diálogo de advertencia. La consulta por valor sólo se encuentra activa si se pregunta por ingredientes activos. Finalmente, en *fechas* sólo se ingresa un valor para *fecha de autorización* o *fecha de cancelación*. Esta se ingresa desde el calendario 11, eligiendo día, mes y año, que sólo se encuentra habilitado si se consulta en *Base Productos Comerciales*.
- Las categorías de campos de información cambian según sea seleccionado *Ingredientes Activos* o *Productos Comerciales* en círculo 2.
- En el caso de *valor numérico* se puede elegir a través del selector indicado con el círculo 8, entre valores mayores, iguales o menores a un umbral establecido en el cuadro indicado con el círculo 9.

- Para el caso de *valor específico*, los criterios de consultas pueden ser almacenados en la lista desplegable indicada con el círculo 6, como por ejemplo “País = Brasil”; “Tipo de Uso = Fungicida”, agregando o quitando a través de los botones indicados con los círculos 13 y 14. Esto mismo se aplica para las consultas por *valor numérico* y por *fecha*.
- Al quedar almacenado un criterio de consulta, se puede consultar sobre “sub base” *Ingredientes Activos* o la sub base *Productos Comerciales* simultáneamente, al hacer clic en el botón consultar (círculo 15).
- Todos los ingredientes activos que cumplan con la combinación de criterios serán desplegados en la tabla de resultados (círculo 17), y todos los productos comerciales en tabla en la parte inferior (círculo 18).

Despliegue de Gráficas.

- Al hacer clic sobre el botón *Grafica* (círculo 16  en Figura 9) se despliega la ventana *Gráficas* (Figura 10).
- En ésta simplemente se despliega una gráfica de torta (*pie*) que indica la proporción (en porcentaje) de ingredientes o productos que sean coincidentes con los criterios de consulta, respecto al total de registros existentes en cada una de las “sub bases”.

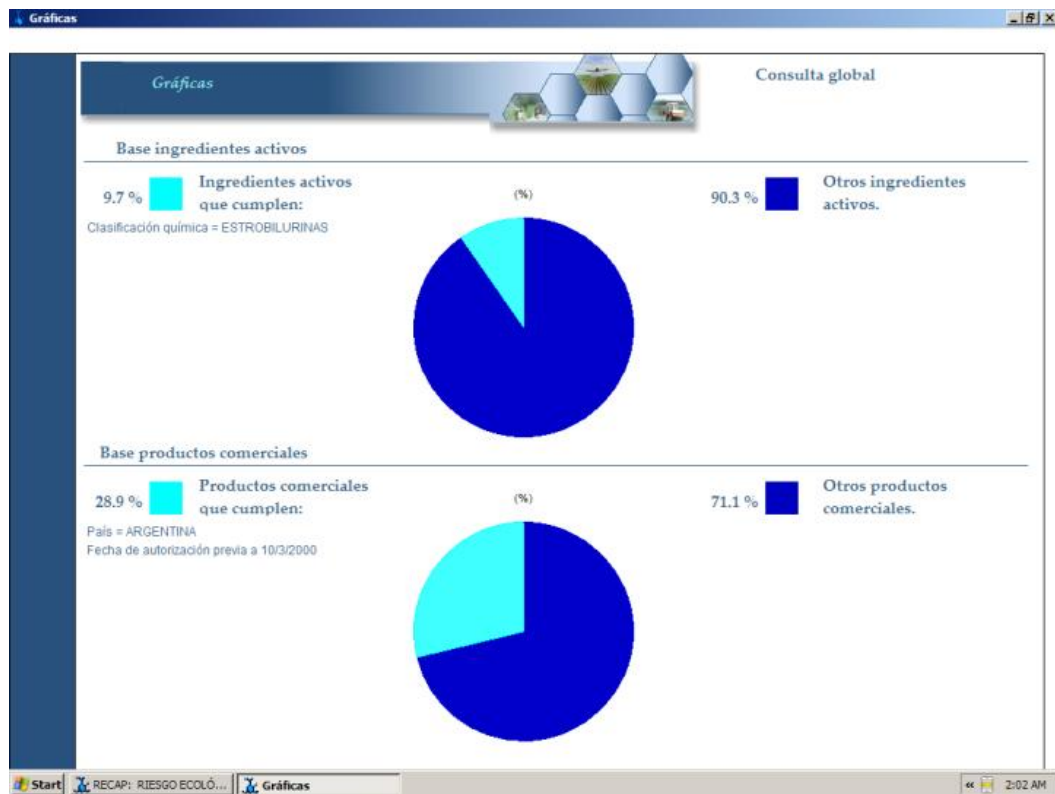



Figura 10. Gráficas

Agregar y Editar Registros.

- En la Figura 11, al hacer clic sobre el botón *Editar* (círculo 1 ) se despliega el cuadro de diálogo *Verificando Acceso* (círculo 2).

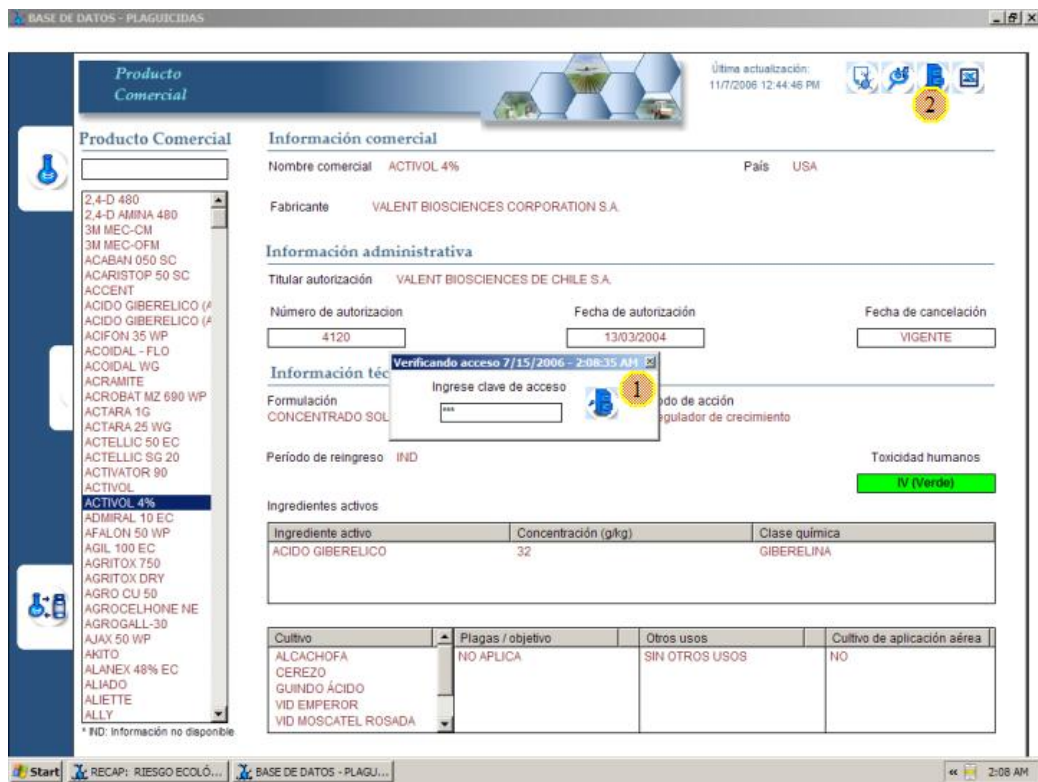


Figura 11. Verificación acceso a edición de Base de Datos

- En este Cuadro, el usuario autorizado debe ingresar una clave. Si la clave es incorrecta, el acceso es denegado y no podrá entrar al editor de la base de datos.
- Si la clave es correcta se despliega la información según se muestra en la Figura 12, indicando en la barra de título la fecha y hora de la edición. Una vez modificada la base (“sub bases” de ingredientes o productos), se registra la última modificación.

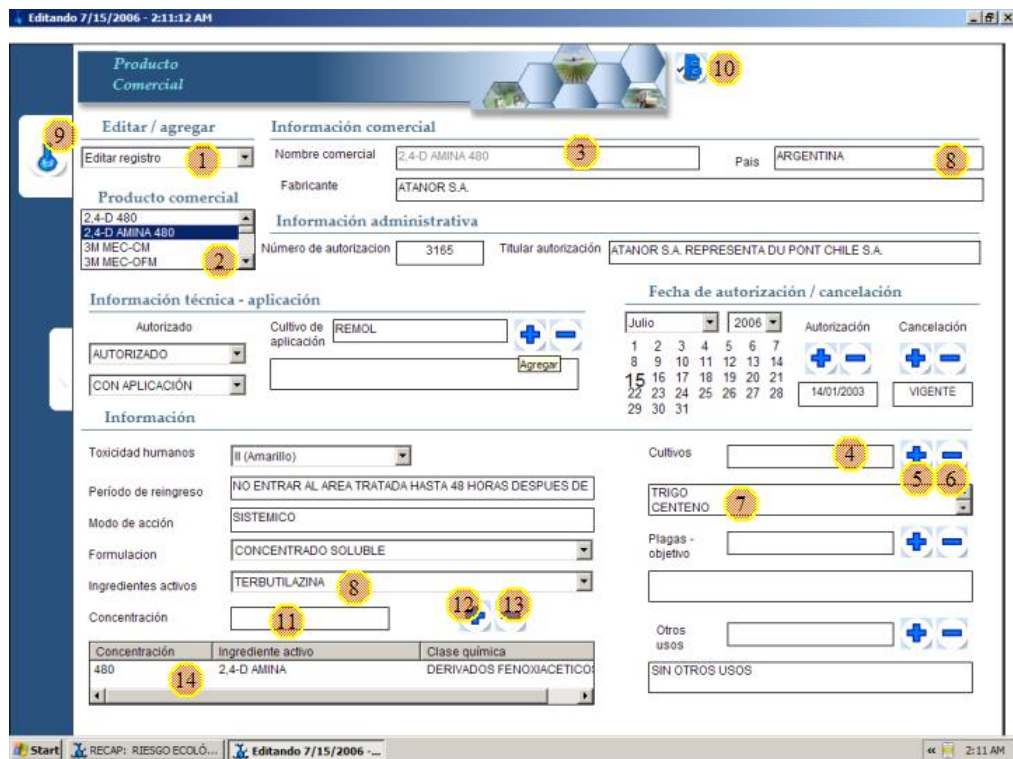


Figura 12. Edición de Base de Datos


- Se pueden editar datos en cada “sub base”, desplazándose a través de las pestañas respectivas (círculo 9).
- Existen dos opciones: *Agregar registro* (nuevo) o *Editar registro* (existente) en el selector (círculo 1, Figura 12).
- Si se elige *Agregar registro*, todos los valores para cada campo de información están vacíos o tienen un valor por defecto.
- Si se hace clic sobre el botón *Actualizar Base* (círculo 10), se actualiza la base agregando el nuevo registro.
- Se debe hacer notar que si no se ha completado un *nombre comercial* para un producto o un nombre para el ingrediente activo, al editar se desplegará un cuadro de

advertencia y no se completará la actualización. Cada cuadro de texto que quede vacío se considera como “IND”, lo que corresponde a “Información No Disponible”.

- En el caso de *Ingredientes activos*, si un campo de información requiere un valor numérico y en su cuadro de texto respectivo se ingresa un valor no numérico, se desplegará una advertencia y no se completará la actualización.
- Cuando se requiere ingresar valores múltiples a un mismo registro, se pueden ir agregando en lista. Por ejemplo, se puede escribir un cultivo como papas en *Cultivos* (círculo 4), luego hacer clic sobre el botón agregar (círculo 5) para almacenarlo en el cuadro de texto (círculo 7). Si se quiere agregar un nuevo cultivo como por ejemplo maíz, se repite la secuencia y maíz quedará debajo de papas donde indica el círculo 7. Por otro lado, si se desea retirar papas, se debe seleccionar con el mouse de la lista del cuadro de texto (círculo 7) y luego hacer clic sobre el botón *eliminar* (círculo 6).
- Por último, para el caso de ingredientes activos en la “sub base” *Producto Comerciales*, se debe elegir del selector el ingrediente activo (círculo 8), lo que es muy importante ya que se usarán ingredientes activos que se hayan ingresado previamente o que existan en la “sub base” *Ingredientes Activos*. Por consiguiente, todo ingrediente activo que forme parte de un producto comercial deberá obligatoriamente estar registrado en la “sub base” ingredientes activos.
- En el cuadro concentración (círculo 11) se coloca la concentración del respectivo ingrediente activo en el producto.
- Haciendo clic en los botones agregar o eliminar (círculos 12 ó 13), se agregan o quitan los ingredientes activos almacenados. Si se desea cambiar el valor de concentración, se debe hacer clic en círculo 14 sobre el valor ya ingresado.

- El valor de clase química está intrínsecamente asociado al de ingrediente activo, de acuerdo a la “sub base” ingredientes activos.

Exportar Datos como Planilla Excel.

- Siempre que se haga clic sobre el botón *Exportar* (con Icono de *Excel* ) se pueden exportar los datos desplegados en ventana como archivo en formato digital de planilla de *Excel* (.xls).
- Al hacer clic se abre un cuadro de diálogo como el de la Figura 13. En éste se puede elegir el nombre de la planilla y la carpeta en donde se guardará.

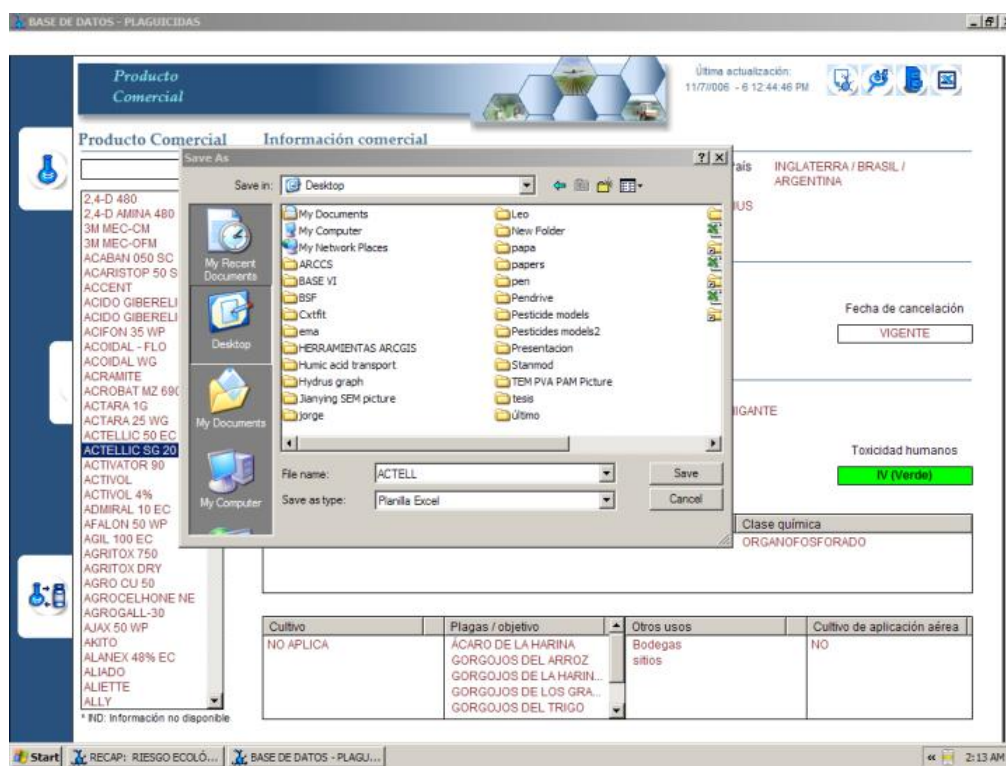


Figura 13. Exportando como planilla *Excel*

Desinstalar Base de Datos Plaguicidas.

- Para desinstalar solamente se debe ir al menú de inicio de Windows a *Base Plaguicidas/Desinstalar*.
- Se abre un cuadro de diálogo como el de la Figura 15. Si se desea proseguir se selecciona la opción si. Finalmente se advertirá que la Base ha sido desinstalada.

1	A	B	C	D	E	F	G	H
2	Nombre comercial							
3	ACTELLIC 50 EC							
4	Fabricante	País	Número de autorización					
5	SYNGENTA CROP PROTECCION AG / SYNGENTA LIMITED	INGLATERRA / BRASIL / ARGENTINA	1002					
6	Fecha de autorización	Fecha de cancelación	Titular autorización					
7	18/03/2000	VIGENTE	SYNGENTA AGRIBUSINESS S.A.					
8	Formulación	Modo de acción	Periodo de reingreso	Toxicidad humanos				
9	CONCENTRADO EMULSIONABLE	CONTACTO / INGESTIÓN Y FUMIGANTE	12 HORAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN	II (Amarillo)				
10	Ingrediente activo	Concentración (g/kg)	Clase química	Cultivo	Plagas / objetivo	acción aérea	acción aérea	
11	PIRIMIFOS METIL	500	ORGANOFOSFORADO	NO APLICA	ÁCAROS DE LA HARINA, CARCOMA DENTADO DE LOS GRANOS	APLICACIÓN	NO	
12					GORGUJOS DEL ARROZ			
13					GORGUJO DE LA HARINA			
14					GORGUJO DEL TRIGO			
15					POLLILLA DE LOS CEREALES			
					TALADRILLO			

Figura 14. Ejemplo planilla *Excel* exportada

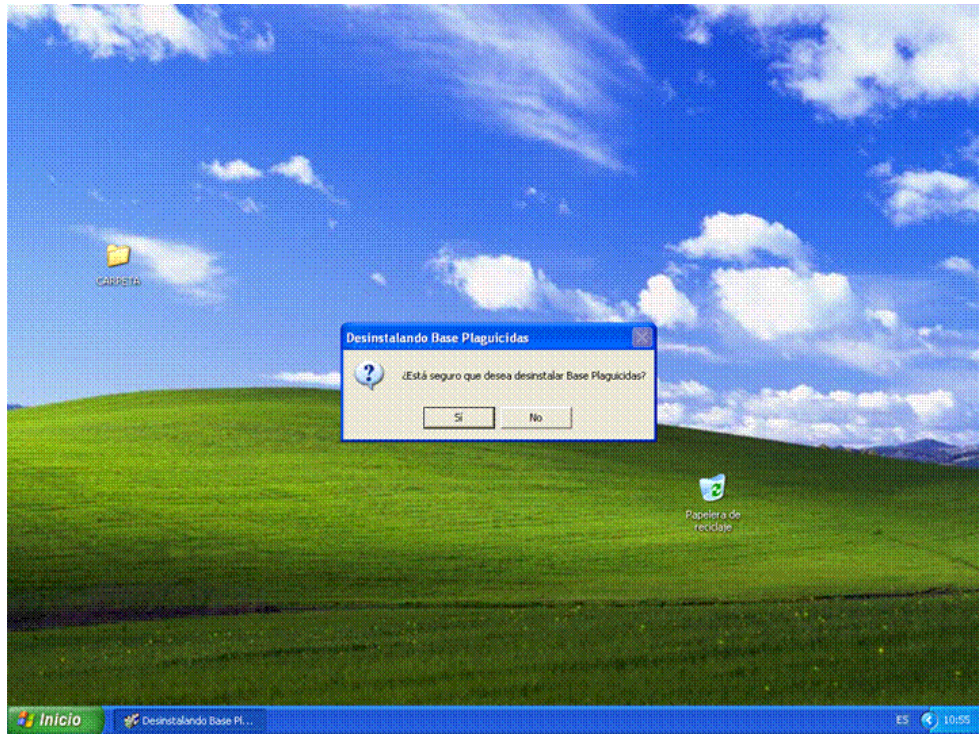


Figura 15. Desinstalación de Base de Datos Plaguicidas.