

XXXIII Reunión Grupo de Trabajo "Malas Hierbas y Herbicidas" de las CC.AA. Santander, 2004

VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS HERBICIDAS UTILIZANDO LOS INDICES IPA, PBT, GUS.

T. Encontra, J. Aibar, S. Fernández-Cavada, D. Gómez de Barreda, J.M. Sopena, A. Taberner, A. Tiebas, C. Zaragoza
Grupo de Trabajo "Malas Hierbas y Herbicidas" de los Servicios de Sanidad Vegetal de las CC.AA.

INTRODUCCIÓN

MALAS HIERBAS



HERBICIDAS



EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE

CRITERIOS BÁSICOS

Según el acuerdo tomado por el Grupo de Trabajo de los Servicios de Sanidad Vegetal de las CC.AA. en 1998, todos los productos herbicidas registrados oficialmente son susceptibles de emplearse en programas de producción integrada.

Mientras las nuevas valoraciones de riesgo ambiental se van incorporando al Registro Único Europeo de Productos Fitosanitarios, se propone el siguiente esquema de actuación para servir de base a las recomendaciones de utilización de herbicidas en un programa de producción integrada concreto.

CRITERIOS BÁSICOS (cont.)

Esquema de actuación:

1. Determinación de unos índices fáciles de obtener que permitan clasificar el conjunto de herbicidas autorizados en grupos homogéneos en cuanto a riesgo ambiental.
2. Tipo de impacto.
3. Determinación de las condiciones aceptables de utilización para cada grupo.
4. Las normas técnicas para los diferentes cultivos serán las buenas prácticas agrícolas recomendadas por la SEMh, en las que se deberían incluir todos los productos registrados para ese cultivo valorados según el punto 2, si bien, de manera excepcional, puedan ponerse restricciones particulares para determinadas técnicas de cultivo o problemáticas locales concretas, si el técnico competente lo estima necesario.

OBJETIVOS DE ESTE TRABAJO

- 1º. Obtención de diferentes parámetros físico-químicos y biológicos de herbicidas.
- 2º. Aplicación del modelo de impacto IPA del INIA, a la mayoría de los herbicidas autorizados.
- 3º. Elección entre los índices IPA, PBT_{ajd} y GUS según los parámetros disponibles.
- 4º. Ubicación de los herbicidas autorizados en tres grupos de impacto ambiental.

OBTENCIÓN DE PARÁMETROS:

Los parámetros con las propiedades físico-químicas y biológicas de los herbicidas autorizados en maíz se obtuvieron:

- Mediante solicitud oficial a las empresas fabricantes de los mismos: Agrodan, Aragro, Aventis, Basf, Bayer, Dow AgroSciences, Dupont, Makhteshim Agan, Monsanto, Nufarm, Sapec Agro, Sipcaminagra y Syngenta Agro.
- Bibliografía, Registro Oficial de Productos Fitosanitarios y el Anejo I del Registro la UE.

PARÁMETROS MÁS IMPORTANTES:

Propiedades de los herbicidas utilizadas para calcular los índices:

- | | | |
|-----------------|---|--|
| Físico-Químicas | - | Coeficiente de adsorción normalizado (K_{oc}) |
| | - | Coeficiente de partición octanol-agua (K_{ow}) |
| | - | Dosis real de la sustancia activa aplicada |
| | - | Vida media (DT50) |
| Biológicas | - | Bioacumulación (BCF) |
| | - | Concentración letal 50 (CL50) (peces, lombriz) |
| | - | Dosis letal 50 (DL50) (aves, mamíferos) |
| | - | Concentración sin efectos observables (NOEC) |

ÍNDICES UTILIZADOS:

Índices utilizados como modelos de impacto:

Groundwater Ubiquity Score (GUS)



Percolación, Bioactividad, Toxicidad, modelo ajustado (PBT_{ajd})



Índice de Peligrosidad Ambiental (IPA)

GUS

Valora la percolación de los herbicidas en el suelo

$$GUS = \log(DT50) \cdot (4 - \log K_{oc})$$

Rangos:

- Poco lixiviables ($GUS < 1,8$)
- Intermedios ($1,8 \leq GUS \leq 2,8$)
- Lixiviables ($GUS > 2,8$)



PBT_{ajd}

Valora la percolación, bioactividad y toxicidad de los herbicidas, además tiene en cuenta la dosis de aplicación:

$$PBT = (5GUS + \log K_{ow}) / (\log DL50)$$

$$PBT_{ajd} = \log(100 \cdot \text{Dosis real}) \cdot PBT$$

Rangos:

- Baja peligrosidad ($PBT_{ajd} < 8$)
- Media peligrosidad ($8 \leq PBT_{ajd} < 12$)
- Alta peligrosidad ($PBT_{ajd} \geq 12$)



IPA

Desarrollado por el INIA, supone una evaluación de riesgos ambientales y peligros inherentes de los productos

FÓRMULAS BÁSICAS

IPA

Rangos:

- Baja peligrosidad ($IPA \leq 2,5$)
- Media peligrosidad ($2,5 < IPA \leq 10$)
- Alta peligrosidad ($IPA > 10$)



FÓRMULAS BÁSICAS PARA EL CÁLCULO DEL IPA

$$IPA = (PS + PA + B + PAS + PCPA + PLPA + PCPM + PLPM + PCPP + PLPP + PCPD + PLPD + PAA + PCPL + PLPL + PAB + PMS) / n_1^{(1)}$$

Siendo:

- (1) n_1 : número de subíndices cuyo valor sea ≥ 0
- (2) Para su cálculo se emplea el Índice PBT_{ajd}

Subíndices:

PS: persistencia en el suelo

PA: persistencia en el agua

B: bioacumulación

PAS: peligro en aguas subterráneas⁽²⁾

PCPA: peligro a corto plazo en aves

PLPA: peligro a largo plazo en aves

PCPM: peligro a corto plazo en mamíferos

PLPM: peligro a largo plazo en mamíferos

PCPP: peligro a corto plazo en peces

PLPP: peligro a largo plazo en peces

PCPD: peligro a corto plazo en *Daphnia*

PLPD: peligro a largo plazo en *Daphnia*

PAA: peligro algas y plantas acuáticas

PCPL: peligro a corto plazo en lombrices

PLPL: peligro a largo plazo en lombrices

PAB: peligro en artrópodos beneficiosos

PMS: peligro en microorganismos del suelo

La peligrosidad será menor cuanto más bajo sea el IPA. Los subíndices ≥ 1 (resaltados en rojo) indican máxima peligrosidad.

Una vez obtenidos y seleccionados los parámetros con las propiedades físico-químicas y biológicas se ha elaborado la base de datos.

El criterio de selección del parámetro, cuando se dispone de varios, es que se escoge el que implique **la situación más desfavorable**.

Así mismo, para el cálculo de los índices en todos los herbicidas se emplea **la dosis máxima autorizada** para un cultivo determinado.

Aplicando el modelo de impacto IPA se han obtenido los subíndices e índices (GUS, PBT_{ajd}, IPA).

CRITERIOS ACORDADOS PARA LA ELECCIÓN DEL ÍNDICE CUANDO SE DESCONOCEN DATOS

El IPA necesita 19 parámetros (si faltan, lo calcula, pero es incompleto).

Sin parámetros decisivos: capacidad de percolación (Koc), persistencia en suelo, bioacumulación (log Kow) y toxicidad aguda (en mamíferos), no se pueden calcular PBT ni GUS.

Cuando falten 8 parámetros o más (F_{≥8}) se observarán los otros índices PBT_{ajd} o GUS y se decidirá el tipo de impacto (siempre provisional, a espera de nuevos parámetros) en función de estos índices.

En general PBT domina sobre GUS porque lo incluye. No obstante, para mayor seguridad, se ha acordado que cuando el GUS sea alto, se valorará como alto, aunque el PBT sea medio o bajo.

CRITERIOS ACORDADOS PARA LA ELECCIÓN DEL ÍNDICE CUANDO SE DESCONOCEN DATOS (cont.)

Ejemplos:

Herbicida (kg/ha)	IPA (1)	PBT _{ajd}	GUS	Clasificación final
oxifluorfen (0,96)	52 A (F5)	7 B	1,7 B	Alto
paraquat (0,6)	75 A (F4)	1,8 B	0,2 B	Alto
naptalam (2,88)	0,5 B (F10)	4,5 B	1,2 B	Bajo
lenacilo (0,64)	1,6 B (F8)	13,2 A	4,8 A	Alto
napropamida (2,5)	6,9 M (F9)	15 A	2,8 M	Alto
ioxinil (0,6)	10 M (F8)	10,6 M	1,7 B	Medio
fluorocloridona (0,875)	3,6 M (F8)	7,2 B	1,9 M	Bajo
imazametabenz (0,7)	1,1 B (F8)	9,9 M	3,6 A	Alto
cicloxiidim (0,4)	0,3 B (F8)	7,8 B	3,2 A	Alto

NOTAS: (1) Fx: Se desconocen x parámetros.

B: impacto bajo, M: impacto medio, A: impacto alto

VALORACIÓN DEL IPA PARA ALGUNOS HERBICIDAS AUTORIZADOS EN GIRASOL

Impacto bajo	Dosis (kg/ha)	IPA	Fx	PBT	GUS
glifosato	0,672	1 B	1	4,8 B	2,4 M
cletodim	0,192	1,1 B	4	4,1 B	1,1 B
diflufenican	0,1648	1,3 B	4	5,3 B	1,6 B
fluorocloridona	0,75	3,2 M	8	6,9 B	1,9 M
Impacto medio					
S-metolacoloro	1,92	3,1 M	3	11,7 M	2,9 A
etalfuralina	0,99	8 M	3	4,5 B	0,6 B
aclonifen	2,7	8,7 M	3	3,8 B	0,3 B
Impacto alto					
oxifluorfen	0,24	17,5 A	5	4,9 B	1,7 B
trifluralina	1,152	32,2 A	4	6,7 B	0,7 B
linuron	1,25	35,5 A	1	11,3 M	2,8 M
alacoloro	2,4	41 A	3	12,7 A	2,5 M
pendimetalina	1,98	506,3 A	1	2,2 B	-0,4 B

OBSERVACIONES PARA ALGUNOS HERBICIDAS AUTORIZADOS EN MAÍZ SEGÚN SU IPA.

IMPACTO BAJO

Herbicida (kg/ha)	IPA	Observaciones (Ecotoxicología ¹) (Toxicología ²)
rimsulfuron (0,015)	0,1	BCF no relevante (AAA) (X _n)
isoxaflutol (0,075)	0,2	BCF no relevante, peligro largo plazo mamíferos (-) (X _n)
tifensulfuron (0,015)	0,3	Evitar contaminación aguas, persistente en agua (AAC) (X _i)
glufosinato (1,5)	0,6	BCF no relevante, evitar contaminación aguas y ZEPAS (BBA) (X _n)
mesotriona (0,15)	0,4	Persistencia en suelo, peligro largo plazo mamíferos, producto influido por la dosis: no superar la dosis registrada (-) (X _n)

MAÍZ (continuación)

IMPACTO MEDIO

Herbicida (kg/ha)	IPA	Observaciones (Ecotoxicología ¹) (Toxicología ²)
bromoxinil octanoato (0,45)	2,6	Evitar contaminación aguas y tratamiento próximo a zonas húmedas, peligro largo plazo aves y mamíferos, a corto plazo peces, <i>Daphnia</i> , algas (BBC) (X _n , tóxico reproduct. 3)
sulfosato (glifosato sal trimésica) (1,44)	2,7	BCF no relevante, respetar los plazos de seguridad de entrada del ganado en el cultivo, peligro largo plazo mamíferos, persistencia en suelo y agua (BBB) (X _n)
piridato (1,6)	2,9	Tóxico para artrópodos beneficiosos y mamíferos, no se comercializa (AAA) (X _i)

MAÍZ (continuación)		
IMPACTO ALTO		
Herbicida (kg/ha)	IPA	Observaciones (Ecotoxicología ¹) (Toxicología ²)
acetocloro (1,2)	10,1	Evitar aplicación cerca zonas húmedas, peligroso algas, peces y <i>Daphnia</i> , peligro largo plazo mamíferos (AAC) (X _n)
atrazina (1,5)	11	No aplicar en ZEPAS, ni zonas húmedas y de captación de agua potable, peligro largo plazo <i>Daphnia</i> , mamíferos y algas (AAB) (X _n , mut. 3, carci. 3)
etalfuralina (1,48)	11,5	Evitar contaminación aguas, bioacumulable, peligro largo plazo mamíferos y peces, a corto plazo peces, <i>Daphnia</i> y algas (AAC) (X _n)
dimetenamida (1,8)	11,4	BCF no relevante, peligro largo plazo mamíferos y aves, persistente en suelo y agua, peligro en zonas húmedas, aguas subterráneas y algas (-) (-)

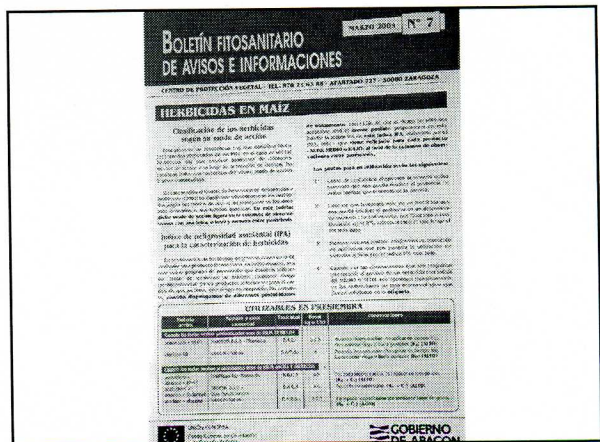
CLASIFICACIÓN GENERAL DEL N° DE HERBICIDAS SEGÚN CULTIVOS Y SU IMPACTO (Mayo 04)				
	Bajo	Medio	Alto	Total
Cereales	23	6	11	40
Leñosos	7	7	13	27
Hortícolas	16	7	16	39
Maíz	14	5	12	31
Patata	6	4	8	18
Girasol	5	4	6	15
Alfalfa	7	4	4	15
Remolacha	9	4	5	18
Algodonero	9	3	9	21

CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS HERBICIDAS AUTORIZADOS* EN LOS CULTIVOS ANTERIORES (Mayo 04)				
Bajo	Medio	Alto	Total	
44	24	35	103	
43 %	23 %	34 %	100 %	

* NOTA: Calculada con la dosis máxima autorizada en cada cultivo

- ### CONCLUSIONES
- Se dispone de unos criterios técnicos y objetivos, muy útiles para comparar los herbicidas según los parámetros medioambientales.
 - El modelo IPA es muy completo, pues engloba numerosos parámetros e incluye los índices GUS y PBT_{ajd}.
 - Presenta algunas limitaciones:
 - Dificultad en la recopilación y selección de la información de los valores de los parámetros físico-químicos y biológicos.
 - Sólo se aplica a las sustancias activas.
 - No se puede aplicar al arroz.

- ### CONCLUSIONES
- En algunos casos la dosis es decisiva en el tipo de impacto, en otros no le hace variar. En los primeros, si se limita la dosis se puede reducir su impacto.
 - Para tener mayor precisión y poder determinar las condiciones aceptables de uso en cada escenario, hay que valorar el modelo IPA en sus diferentes partes, no sólo el valor final.
 - La información no es estática, variará con los datos que se dispongan en cada momento, o los acuerdos que se tomen para el empleo de un herbicida en una zona.



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

INFORMACION BASICA NECESARIA

pendimetalina

FACTOR	PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
TASA DE APLICACIÓN	=	1,98	kg/ha
PERSISTENCIA EN EL SUELO	DT50 SUELO=	150	días
PERSISTENCIA EN EL AGUA	DT50 AGUA=	28	días
BIOACUMULATION	BCF=	1000	
LIPOFILICIDAD	LOG KOW=	5,18	
MOVILIDAD EN EL SUELO	Koc=	15744	
TOXICIDAD AGUDA AVES	DL50=	4187	mg/kg p.v.
TOXICIDAD CRONICA AVES	NOEC=	141	mg/kg alimento
TOXICIDAD AGUDA MAMIFEROS	DL50=	1250	mg/kg p.v.
TOXICIDAD CRONICA MAMIFEROS	NOEC=	100	mg/kg alimento
TOXICIDAD AGUDA PECES	CL50=	0,14	mg/l
TOXICIDAD CRONICA PECES	NOEC=	0,006	mg/l
TOXICIDAD AGUDA DAPHNIAS	CE50=	0,14	mg/l
TOXICIDAD CRONICA DAPHNIAS	NOEC=	0,0145	mg/l
TOXICIDAD ALGAS	CE50=	0,006	mg/l
TOXICIDAD AGUDA LOMBRIZ DE TIERRA	CL50=	1000	mg/kg
TOXICIDAD CRONICA LOMBRIZ DE TIERRA	NOEC=	33,45	mg/kg
TOXICIDAD ARTROPODOS BENEFICIOSOS	E=	38	%
TOXICIDAD MICROORGANISMOS SUELO	E= nd		%

CALCULOS INTERMEDIOS

GUS	=	-0,42894
PBTajd	=	2,250974

COMPONENTES

	SUBINDICE
PERSISTENCIA SUELO	5,00
PERSISTENCIA AGUA	2,80
BIOACUMULACION	7943,28
PELIGRO AGUAS SUBTERRANEAS	0,28
PELIGRO A CORTO PLAZO AVES	0,16
PELIGRO A LARGO PLAZO AVES	7,86
PELIGRO A CORTO PLAZO MAMIFEROS	0,35
PELIGRO A LARGO PLAZO MAMIFEROS	11,09
PELIGRO A CORTO PLAZO PECES	18,81
PELIGRO A LARGO PLAZO PECES	31,66
PELIGRO A CORTO PLAZO DAPHNIA	18,81
PELIGRO A LARGO PLAZO DAPHNIA	14,16
PELIGRO ALGAS/PLANTAS ACUATICAS	43,89
PELIGRO A CORTO PLAZO LOMBRIZ	0,03
PELIGRO A LARGO PLAZO LOMBRIZ	0,39
PELIGRO ARTROPODOS BENEFICIOSOS	1,80
PELIGRO MICROORGANISMOS SUELO	#¡VALOR!

INDICE= 506,3

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

INFORMACION BASICA NECESARIA

glifosato

FACTOR	PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
TASA DE APLICACIÓN	=	2,16	kg/ha
PERSISTENCIA EN EL SUELO	DT50 SUELO=	180	días
PERSISTENCIA EN EL AGUA	DT50 AGUA=	4	días
BIOACUMULATION	BCF=	10	
LIPOFILICIDAD	LOG KOW=	-3,2	
MOVILIDAD EN EL SUELO	Koc=	884	
TOXICIDAD AGUDA AVES	DL50=	2000	mg/kg p.v.
TOXICIDAD CRONICA AVES	NOEC=	200	mg/kg alimento
TOXICIDAD AGUDA MAMIFEROS	DL50=	2000	mg/kg p.v.
TOXICIDAD CRONICA MAMIFEROS	NOEC=	150	mg/kg alimento
TOXICIDAD AGUDA PECES	CL50=	1000	mg/l
TOXICIDAD CRONICA PECES	NOEC=	917	mg/l
TOXICIDAD AGUDA DAPHNIAS	CE50=	930	mg/l
TOXICIDAD CRONICA DAPHNIAS	NOEC=	455	mg/l
TOXICIDAD ALGAS	CE50=	72,9	mg/l
TOXICIDAD AGUDA LOMBRIZ DE TIERRA	CL50=	480	mg/kg
TOXICIDAD CRONICA LOMBRIZ DE TIERRA	NOEC=	28,79	mg/kg
TOXICIDAD ARTROPODOS BENEFICIOSOS	E=	56	%
TOXICIDAD MICROORGANISMOS SUELO	E= nd		%

CALCULOS INTERMEDIOS

GUS	=	2,376037
PBTajd	=	6,138537

COMPONENTES

	SUBINDICE
PERSISTENCIA SUELO	6,00
PERSISTENCIA AGUA	0,40
BIOACUMULACION	0,10
PELIGRO AGUAS SUBTERRANEAS	0,77
PELIGRO A CORTO PLAZO AVES	0,36
PELIGRO A LARGO PLAZO AVES	6,00
PELIGRO A CORTO PLAZO MAMIFEROS	0,24
PELIGRO A LARGO PLAZO MAMIFEROS	8,00
PELIGRO A CORTO PLAZO PECES	0,00
PELIGRO A LARGO PLAZO PECES	0,00
PELIGRO A CORTO PLAZO DAPHNIA	0,00
PELIGRO A LARGO PLAZO DAPHNIA	0,00
PELIGRO ALGAS/PLANTAS ACUATICAS	0,00
PELIGRO A CORTO PLAZO LOMBRIZ	0,06
PELIGRO A LARGO PLAZO LOMBRIZ	0,50
PELIGRO ARTROPODOS BENEFICIOSOS	3,48
PELIGRO MICROORGANISMOS SUELO	#i VALOR!

INDICE= 1,6