

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

T. Encontra, J. Aibar, S. Fernández-Cavada,
D. Gómez de Barreda, J.M. Sopeña, 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



EFFECTOS 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

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

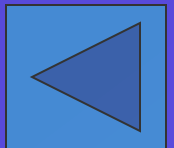
$$GUS = \log (DT50) \cdot (4 - \log K_{oc})$$

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

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

Siendo:

(1) n_i : 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 (K_{oc}), persistencia en suelo, bioacumulación ($\log K_{ow}$) y toxicidad aguda (en mamíferos), no se pueden calcular PBT ni GUS.

Cuando falten 8 parámetros o más ($F \geq 8$) se observarán los otros índices PBTajd 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) | PBTajd | 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

| | Dosis (kg /ha) | IPA | Fx | PBT | GUS |
|-----------------------------|-------------------|---------|----|--------|--------|
| <u>Impacto bajo</u> | | | | | |
| 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 |
| <u>Impacto medio</u> | | | | | |
| S-metolacloro | 1,92 | 3,1 M | 3 | 11,7 M | 2,9 A |
| etalfluralina | 0,99 | 8 M | 3 | 4,5 B | 0,6 B |
| aclonifen | 2,7 | 8,7 M | 3 | 3,8 B | 0,3 B |
| <u>Impacto alto</u> | | | | | |
| 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_i) |
| 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) algas | 2,6 | Evitar contaminación aguas y tratamiento próximo a zonas húmedas, peligro largo plazo aves y mamíferos, a corto plazo peces, <i>Daphnia</i> , (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 SEGUN CULTIVOS Y SU IMPACTO (Mayo 04)

| | <u>Bajo</u> | <u>Medio</u> | <u>Alto</u> | <u>Total</u> |
|------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 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)

| <u>Bajo</u> | <u>Medio</u> | <u>Alto</u> | <u>Total</u> |
|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 44 | 24 | 35 | 103 |
| 43 % | 23 % | 34% | 100 % |

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

CONCLUSIONES

- 1°. Se dispone de unos criterios **técnicos y objetivos**, muy útiles para comparar los herbicidas según los parámetros medioambientales.
- 2°. El modelo IPA es **muy completo**, pues engloba numerosos parámetros e incluye los índices GUS y PBT_{ajd} .
- 3°. 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

- 4°. 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.
- 5°. 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.
- 6°. 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.

HERBICIDAS EN MAÍZ

Clasificación de los herbicidas según su modo de acción

Para prevenir las resistencias hay que combinar todos los métodos disponibles de escarda, en el caso de utilizar herbicidas hay que emplear productos de diferentes modos de acción a lo largo de la rotación de cultivos. No conviene tratar con herbicidas del mismo modo de acción 3 años consecutivos.

En este sentido el Comité de Prevención de Resistencias a Herbicidas (CPRH) ha clasificado alfabéticamente los herbicidas según sus modos de acción, su semejanza en los síntomas inducidos o sus familias químicas. **En este boletín dicho modo de acción figura en la columna de observaciones con una letra, o letra y número entre paréntesis.**

Índice de peligrosidad ambiental (IPA) para la caracterización de herbicidas

En la utilización de herbicidas en general, como en la de cualquier otro producto fitosanitario, es indispensable, sea cual sea el programa de producción que estamos utilizando, tratar de minimizar al máximo cualquier riesgo medioambiental. En los productos autorizados para el cultivo de que se trate, este riesgo es aceptable. No obstante, **cuando dispongamos de diferentes posibilidades**

de tratamiento, con el fin de que el riesgo no sólo sea aceptable sino el **menor posible**, proponemos en este Boletín la utilización de **este índice IPA**, elaborado por el INIA, índice que **viene reflejado para cada producto -ALTO, MEDIO o BAJO-** al final de la columna de **observaciones entre paréntesis.**

Las pautas para su utilización serán las siguientes:

- 1º Como de costumbre elegiremos la materia activa herbicida que nos pueda resolver el problema de malas hierbas que tenemos en la parcela.
- 2º Caso de que tengamos más de un herbicida que nos pueda resolver el problema en un determinado momento de tratamiento, nos fijaremos a continuación en el IPA, seleccionando el que tenga el IPA más bajo.
- 3º Siempre que sea posible, elegiremos un momento de aplicación que nos permita la utilización de materias activas con el índice IPA más bajo.
- 4º Cuando por las circunstancias que sea tengamos que recurrir al empleo de un herbicida con índice IPA MEDIO o ALTO, nos fijaremos detenidamente en las restricciones de tipo ecotoxicológico que vienen reflejadas en la **etiqueta.**

UTILIZABLES EN PRESIEMBRA

| Materia activa | Nombre y casa comercial | Toxicidad | Dosis kg o l/ha | Observaciones |
|---|--------------------------------|-----------|-----------------|--|
| Cuando las malas hierbas predominantes sean de HOJA ESTRECHA | | | | |
| acetocloro + ad-67 | HARNES PLUS - Monsanto | B,A,C- | 2-2,5 | Necesita incorporación. No aplicar en tiempo frío. Conveniente riego o lluvia posterior (K ₃) (ALTO) |
| alacloro 48 | VARIOS - Varios | B,A,B,B- | 6 | Necesita incorporación. No aplicar en tiempo frío. Conveniente riego o lluvia posterior (K ₃) (ALTO) |
| Cuando las malas hierbas predominantes sean de HOJA ANCHA Y ESTRECHA | | | | |
| acetocloro + atrazina + ad-67 | HARNES GD- Monsanto | B,B,C,A | 4-5 | Necesita incorporación. No aplicar en tiempo frío. (K ₃ + C ₁) (ALTO) |
| acetocloro + atrazina + diclorimid | TROPHY 2000 - Dow AgroSciences | B,A,C,A | 4-6 | Necesita incorporación. (K ₃ + C ₁) (ALTO) |
| alacloro + atrazina | VARIOS- Varios | B,A,B,B- | 5-7,5 | Incorporar superficialmente mediante labor de grada (K ₃ + C ₁) (ALTO) |



A photograph of a vast green field with a dense carpet of grass. In the foreground, several bright red flowers are scattered across the grass, some in full bloom and others as buds. The text "GRACIAS POR SU ATENCIÓN" is overlaid in the center of the image in a white, bold, sans-serif font.

GRACIAS POR
SU
ATENCIÓN