

## Acerca de

RIPEST (Riesgo de Pesticidas) es un enfoque basado en el rasgo que vincula la toxicidad de distintos pesticidas (**herbicidas, insecticidas o fungicidas**) con su dosis empleada para estimar un valor de riesgo ambiental.

## Marco teórico

El enfoque de análisis utiliza un atributo de los pesticidas utilizados en un cultivo agrícola: su **toxicidad**. Este efecto es medido en **Unidades de toxicidad (UT)**.

El valor de UT indica la toxicidad de cada sustancia detectada analíticamente mediante el cálculo de su toxicidad para **dos grupos de organismos: insectos y mamíferos**. Esta estandarización es ventajosa en el caso de que deban compararse 1) una mezcla de pesticidas o 2) lotes de muestreo con diferentes mezclas de pesticidas.

Para comparar la toxicidad de los pesticidas presentes en diferentes lotes agrícolas, las unidades de toxicidad (UT) pueden calcularse a partir de las dosis individuales utilizadas [1,2]. El valor de UT para cada compuesto se basa en la **LD 50 aguda (48 h)** para insectos y mamíferos:

$$UT_{mi} = D_i / LD50_{i \text{ rat}}$$

$$UT_{ii} = D_i / LD50_{i \text{ bee}}$$

Donde,  $UT_{mi}$  y  $UT_{ii}$  son las unidades tóxicas para mamíferos e insectos,  $D_i$  es la dosis aplicada (gr. de producto formulado/ha) del pesticida  $i$ ,  $LD50_{i \text{ rat}}$  es la dosis letal aguda oral 50 para ratas (mg/k) del pesticida  $i$ , y  $LD50_{i \text{ bee}}$  es la dosis letal aguda de contacto para abejas ( $\mu\text{g}$ /abeja) del pesticida.

## Cálculos

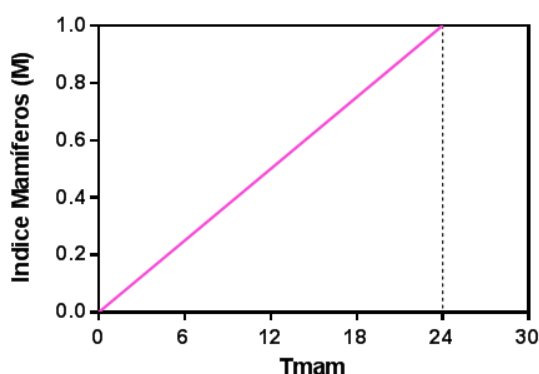
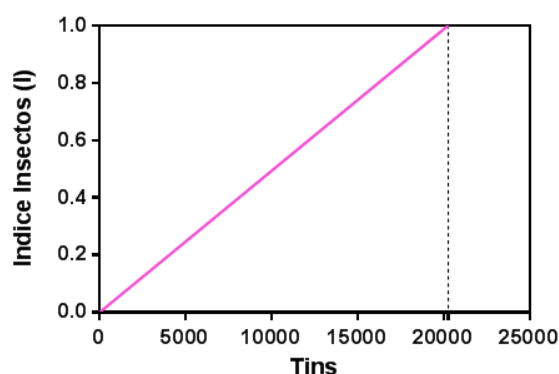
Una vez estimados los valores de  $UT_{mi}$  y  $UT_{ii}$  para cada pesticida  $i$  **usado en un lote agrícola (durante un año o campaña)** los valores de toxicidad de todos los pesticidas aplicados en cada lote agrícola son integrados para calcular el valor total de la toxicidad:

$$T_{mam} = \sum UT_{mi,j}$$

$$T_{ins} = \sum UT_{ii,j}$$

Donde,  $\sum UT_{mi,j}$  y  $\sum UT_{ii,j}$  son las sumatorias de unidades tóxicas para mamíferos e insectos de los pesticidas  $i,j$ , en el lote, durante el año (o campaña).

Luego, RIPEST valoriza los valores de  $T_{mam}$  y  $T_{ins}$ , en términos de riesgo ecotoxicológico, mediante índices: 1) **Índice Insectos (I)** y 2) **Índice Mamíferos (M)**



I representa la valorización ecotoxicológica de la carga tóxica (Tins) experimentada por un lote en un año (o campaña)

I = 0 representa el menor riesgo ecotoxicológico para insectos

I = 1 representa el mayor riesgo ecotoxicológico para insectos

M representa la valorización de la condición de la carga tóxica (Tmam) experimentada por un lote en un año (o campaña).

M = 0 representa el menor riesgo ecotoxicológico para mamíferos

M = 1 representa el mayor riesgo ecotoxicológico para mamíferos

Los supuestos [1] de esta valorización son:

a) I = 0 y M = 0, corresponden a un escenario de un lote sin ningún pesticida aplicado (en un año o campaña).

b) I = 1, corresponde a un valor de Tins = UT i (max)

donde, UT i (max) corresponde a la suma de unidades tóxicas del producto (**registrado y aprobado en el Registro Nacional de Terapéutica Vegetal, a Enero 2019, y utilizado en alguno de los siguientes cultivos extensivos: Trigo, Cebada; Centeno, Avena, Maíz, Girasol, Soja, Algodón**) y que aplicado a su dosis máxima recomendada resulta más tóxico para insectos (**ZETAMETRINA 0.20 - 200 cm<sup>3</sup>/ha**). UT i (max) = 20000 UT i

c) M = 1, corresponde a un valor de Tmam = UT m (max)

donde, UT m (max) corresponde a la suma de unidades tóxicas del producto (**registrado y aprobado en el Registro Nacional de Terapéutica Vegetal, a Enero 2019, y utilizado en alguno de los siguientes cultivos extensivos: Trigo, Cebada; Centeno, Avena, Maíz, Girasol, Soja, Algodón**) y que aplicado a su dosis recomendada resulta más tóxico para mamíferos (**METIDATION 0.40 - 1500 cm<sup>3</sup>/ha**). UT m (max) = 24 UT m

Finalmente M e I son integrados mediante una regla de decisión para determinar el valor final del **Índice de Pesticidas (P)** que indica el impacto total del uso de pesticidas en cada lote agrícola, en un año (o campaña) analizado. El índice P también toma valores desde 0 (mínimo riesgo) a 1 (máximo riesgo), la regla de decisión global, para el cálculo de P es:

Si Índice (I) = 1 y Índice (M) = 1 luego Índice (P) = 1 (k<sub>1</sub>)

Si Índice (I) = 1 y Índice (M) = 0 luego Índice (P) = 0.9 (k<sub>2</sub>)

Si Índice (I) = 0 y Índice (M) = 1 luego Índice (P) = 0.9 (k<sub>3</sub>)

Si Índice (I) = 0 y Índice (M) = 0 luego Índice (P) = 0 (k<sub>4</sub>)

El valor final de (P) puede tomar cualquier valor del intervalo (0,1) y la aplicación algebraica de los criterios planteados en la regla de decisión, se realiza mediante el uso del operador MINIMO en un promedio ponderado [3]:

$$\text{Índice (P)} = \frac{k_1 \times \text{MINIMO (I, M)} + k_2 \times \text{MINIMO (I, 1-M)} + k_3 \times \text{MINIMO (1-I, M)} + k_4 \times \text{MINIMO (1-I, 1-M)}}{\text{MINIMO (I, M)} + \text{MINIMO (I, 1-M)} + \text{MINIMO (1-I, M)} + \text{MINIMO (1-I, 1-M)}}$$

## Fuentes de información

[Registro Nacional de Terapéutica Vegetal \(SENASA\). Acceso Marzo 2019](#)

[US EPA ECOTOX database](#)

[Pesticide Properties DataBase \(PPDB\)](#)

[IUPAC - Footprint database:](#)

U.S. EPA ECOTOX Database ([sitio web](#))

Pesticide Action Network Database ([sitio web](#))

1. Ferraro DO, Ghersa CM, Sznajder GA (2003) Evaluation of environmental impact indicators using fuzzy logic to assess the mixed cropping systems of the Inland Pampa, Argentina. Agr, Ecosy & Environ 96: 1-18.

2. Newman M (1998) Acute and chronic lethal effects to individuals. In: Newman MC, editor. Fundamentals of Ecotoxicology. Chelsea, MI: Ann Arbor Press.

3. Takagi T, Sugeno M (1985) Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics 15: 116.