



Foto: Georgina García Inza

# *RIPEST FRUTÍCOLA*: nuevo indicador ambiental para la fruticultura uruguaya

Ing. Agr. Dra. Georgina García-Inza<sup>1</sup>  
 Ing. Agr. Ana Ailén Federico<sup>2</sup>  
 Ing. Agr. Rodrigo de Paula<sup>3</sup>  
 Ing. Agr. Dr. Diego Ferraro<sup>3</sup>  
 Ing. Agr. PhD. José Paruelo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Sistema Vegetal Intensivo - INIA

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Hurlingham UNAHUR, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires FAUBA, IFEVA-CONICET

<sup>3</sup>Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires FAUBA, IFEVA-CONICET

<sup>4</sup>Área Recursos Naturales, Producción y Ambiente - INIA; Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires FAUBA, IFEVA-CONICET

El uso de agroquímicos es la forma más extendida de controlar plagas y enfermedades de los cultivos frutícolas. Estos productos generan un daño en el ambiente difícil de medir. El *RIPEST frutícola* permite estimar el riesgo ambiental provocado por el uso de fungicidas, insecticidas y herbicidas. Esta herramienta, recientemente ajustada para la fruticultura de Uruguay, calcula las Unidades de Toxicidad para insectos, mamíferos y peces y, a partir de esto, se genera un índice de ecotoxicidad global. El *RIPEST frutícola* permite hacer comparaciones de la ecotoxicidad entre zafras, cultivos o establecimientos con distintas prácticas de manejo.

## INTRODUCCIÓN

La fruticultura de hoja caduca en Uruguay abarca 4.548 ha y se concentra en los departamentos de Canelones, Montevideo y San José. Se desarrolla en predios donde coexisten diversas especies y variedades de frutales, lo que hace complejo el manejo de algunas plagas. Además, el clima templado húmedo

con precipitaciones medias superiores a 1.100 mm anuales, inviernos suaves y veranos cálidos favorecen el desarrollo de enfermedades fúngicas. Esto conlleva, entre otras cosas, a un excesivo uso de agroquímicos para el manejo de estas adversidades, lo que incrementa el riesgo ecotoxicológico y compromete la inocuidad de las frutas, afectando tanto el medio ambiente como la salud de los consumidores.

El uso de agroquímicos en Uruguay se estima en 40.000 toneladas anuales (MGAP - DGSA, 2023). Respecto a la fructicultura, hay 324 productos registrados en la Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSA) aunque no se conoce el volumen utilizado de cada uno. Según entrevistas realizadas a productores, en la práctica, se realizan entre 10 y 20 aplicaciones anuales de fungicidas, entre 4 y 10 de insecticidas y entre 2 y 4 de herbicidas, dependiendo de los umbrales o alertas de poblaciones de insectos plaga y de las precipitaciones durante la zafra.

Diversos estudios documentaron efectos negativos generados por el uso de agroquímicos, tanto sobre la biodiversidad como sobre la salud humana, evidenciando la necesidad de prácticas agronómicas más sostenibles. A nivel nacional, se han impulsado distintas políticas públicas con el objetivo de reducir el uso de agroquímicos. Por ejemplo, el Programa Manejo Regional de Plagas en frutales de hoja caduca que se desarrolla desde 2012. Se trata de un programa interinstitucional, que utiliza la técnica de confusión sexual para lepidópteros plagas con el fin de disminuir su población. Además, desde 2022 mediante las convocatorias “Senda Agroecológica”, organizaciones de productores y productoras rurales reciben apoyo para proyectos de transición agroecológica. El objetivo es la adopción de prácticas que promuevan la sostenibilidad y una de las dimensiones destacadas es la reducción del uso de agroquímicos. Entre otras cosas, esto se logra promoviendo la biodiversidad y el hábitat de enemigos naturales de insectos plaga (Figura 1).



**Figura 1** - Lepidoptero plaga parasitado. Los enemigos naturales son una alternativa de control de poblaciones de insecto plaga de los cultivos.

## ¿QUÉ ES UN INDICADOR AMBIENTAL?

Es un elemento de diagnóstico que busca reflejar un proceso o aspecto estructural del agroecosistema relacionado con la capacidad del ecosistema de proveer uno o más servicios o evaluar el nivel de presión ejercido sobre el sistema. Se trata de un signo, medible u observable, que refleja una característica cuantitativa o cualitativa del sistema estudiado. Provee información clave para conocer algo y, frecuentemente, tomar una decisión (Cazzuli y Paruelo 2023).

En el caso de la fructicultura es necesario generar indicadores que permitan evaluar dimensiones asociadas a transiciones agroecológicas como la reducción en el uso de agroquímicos, promover la salud del suelo y la inocuidad de los alimentos.

## ¿QUÉ ES EL RIPEST FRUTÍCOLA?

*RIPEST frutícola* surge del ajuste del RIPEST (<http://malezas.agro.uba.ar/ripest/>) a la fructicultura local. Originalmente, RIPEST se desarrolló para calcular la ecotoxicidad en producciones agrícolas anuales de Argentina (Ferraro *et al.* 2020), actualmente tiene 1.461 usuarios activos. Con esta herramienta los usuarios del sistema pueden ingresar y archivar datos propios de uso de herbicidas, insecticidas y fungicidas, para estimar el riesgo ecotoxicológico de un cultivo, un lote, una campaña o un establecimiento.

A través del trabajo conjunto entre el equipo que desarrolló el RIPEST (FAUBA) e INIA, ajustamos la herramienta para poder utilizarla en la fructicultura uruguaya. Esto requirió la creación de una base de datos de los agroquímicos autorizados por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca para la fructicultura nacional. También se modificaron parámetros sobre los que RIPEST relativiza sus ecuaciones y se ajustaron las ponderaciones asignadas a los insectos, mamíferos y peces en el cálculo del valor final del Índice de ecotoxicidad.

*RIPEST frutícola* valoriza el peligro ecotoxicológico sobre insectos, mamíferos y peces usando como valor máximo de unidades de toxicidad (UT máx) aquel que equivale al promedio de los 10 formulados de mayor UT a sus dosis máximas de marbete, y registrados en la Dirección General de Servicios Agrícolas para los cultivos de manzana, pera, durazno, pelón, ciruela, membrillo, damasco, kiwi, olivo, vid, pecan y cítricos. Cada valor de UT máx se usa para construir una función que valoriza los distintos valores de UT intermedias entre  $UT = 0$  y  $UT = \text{máx}$ , y permite calcular el Índice Insectos (Pi), el Índice Mamíferos (Pm) y el Índice Peces (Pf). Finalmente, Pi, Pm y Pf son integrados mediante una regla de decisión para determinar el valor final del Índice de ecotoxicidad (E) que indica el impacto total del uso de los agroquímicos en cada cuadro o en una zafra analizada. El Índice de ecotoxicidad toma valores de 0 (mínimo riesgo) a 1 (máximo riesgo).

Establecimiento	Año	Cuadro	Producto	Dosis (g/ha ó cm <sup>3</sup> /ha)
Convencional	2022	Manzano	Mancozeb (43%)	250
Convencional	2022	Manzano	Captan (50%)	200
Convencional	2022	Manzano	Spinosad (48%)	15
Convencional	2022	Manzano	Mancozeb (43%)	250
Convencional	2022	Manzano	Acetamiprid (20%)	50
Convencional	2022	Manzano	Oxicloruro de cobre (68%)	150
Convencional	2022	Manzano	Spinosad (48%)	15
Convencional	2022	Manzano	Oxicloruro de cobre (68%)	150
Convencional	2022	Manzano	Spinosad (48%)	15
Convencional	2022	Manzano	Captan (50%)	200
Convencional	2022	Manzano	Captan (50%)	200
Convencional	2022	Manzano	Captan (50%)	200
Convencional	2022	Manzano	Captan (50%)	200
Convencional	2022	Manzano	Oxicloruro de cobre (68%)	150
Convencional	2022	Manzano	Captan (50%)	200
Convencional	2022	Manzano	Spinosad (48%)	15
Convencional	2022	Manzano	Pirimetanil (30%)	
Transición	2022	Manzano	Pirimetanil (40%)	
Transición	2022	Manzano	Piriproxifeno (10%)	
Transición	2022	Manzano	Piriproxifeno (30%)	
Transición	2022	Manzano	Procloraz (40%)	
Transición	2022	Manzano	Procloraz (45%)	
			Propaquizafop (10%)	
			Protioconazole (17,5%) + Trifloxistrobin (15%)	
			Quizalofop-P-Tefuril (12%)	
			Simazina (48%)	
			Spinosad (48%)	

Figura 2 - Ejemplo de carga de datos en *RIPEST frutícola*.

El *RIPEST frutícola* calcula la ecotoxicidad generada por la aplicación de agroquímicos en cada cuadro cargado, pero también expresa la ecotoxicidad asociada a la acumulación de aplicaciones de los agroquímicos usados y permite detectar aquellos productos con mayor impacto sobre alguno de los componentes (insectos, mamíferos, peces).

### EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL *RIPEST FRUTÍCOLA*

Para utilizar el *RIPEST frutícola*, es necesario acceder a este link (<https://drive.google.com/drive/folders/1y2gq4-MYsV-h6fMXGxtXMfGZjIqXKxfV?usp=sharing>) (se puede esconder el link y chequear que sea de libre acceso), luego, ingresar el nombre del establecimiento, el año y el cuadro (Figura 2). Posteriormente, se seleccionan de una lista desplegable los productos aplicados —incluyendo el principio activo con su concentración— y se ingresa la dosis aplicada (Figura 2). Es fundamental que los usuarios cuenten con un registro detallado de las aplicaciones de agroquímicos realizadas en el cuadro que se desea evaluar, especificando el principio activo del producto, su concentración y la dosis usada (g/ha o cm<sup>3</sup>/ha).



Foto: Valentina Mujica

Figura 3 - Coccinelido comiendo pulgones en ciruelo.

Establecimiento	Año	Cuadro	UTi/ha	UTm/ha	UTf/ha	Pi	Pm	Pf	E
Convencional	2022	Manzano	8013,71	1,52	6139,36	0,84	0,04	0,04	0,49
Transición	2022	Manzano	6,21	0,61	1456,01	0,00	0,02	0,01	0,02

Ingreso de datos   Resultados Cuadro   Resultados Aplicaciones

**Figura 4** - Resultados de *RIPEST frutícola* por establecimiento. Se compararon dos manejos: convencional y en transición agroecológica del cultivo de manzano en 2022. Donde UTi/ha representa las unidades de toxicidad para insectos por hectárea, UTm/ha son las unidades de toxicidad para mamíferos por hectárea y UTf/ha son las unidades de toxicidad para peces por hectárea. Luego, Pi, Pm y Pf son los índices de toxicidad para cada grupo y el Índice E representa el peligro ecotoxicológico combinado (valores entre 0 y 1).

Establecimiento	Cuadro	Producto	Dosis	UTi/ha	UTm/ha	UTf/ha	Pi	Pm	Pf	E
Convencional	Manzano	Mancozeb (43%)	250	1,33	0,04	2905,41	0,00	0,00	0,02	0,01
Convencional	Manzano	Captan (50%)	200	3,00	0,30	3225,81	0,00	0,01	0,02	0,02
Convencional	Manzano	Spinosad (48%)	15	8000,00	0,01	0,96	0,84	0,00	0,00	0,42
Convencional	Manzano	Acetamiprid (20%)	50	2,47	0,14	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Convencional	Manzano	Oxicloruro de cobre (68%)	150	6,91	1,02	6,99	0,00	0,03	0,00	0,01
Transición	Manzano	Mancozeb (43%)	250	0,66	0,02	1452,70	0,00	0,00	0,01	0,01
Transición	Manzano	Acetamiprid (20%)	50	2,47	0,14	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Transición	Manzano	Oxicloruro de cobre (68%)	100	3,07	0,45	3,11	0,00	0,01	0,00	0,01

Ingreso de datos   Resultados Cuadro   Resultados Aplicaciones

**Figura 5** - Resultados de *RIPEST frutícola* por producto. Se listan los productos utilizados en ambos establecimientos y se presentan los indicadores parciales y combinados. Se destaca en color rojo y amarillo los valores más elevados.

En este ejemplo, se compara la ecotoxicidad en dos cuadros de manzano del mismo cultivar, pero con distintos manejos. El establecimiento “transición” realizó cambios en el manejo del monte que permitieron reducir las aplicaciones de agroquímicos. El establecimiento “convencional” hace un manejo tradicional del cultivo. Durante la zafra 2022, en el establecimiento “transición” se realizaron cinco aplicaciones y el índice de ecotoxicidad (E) fue 0,02 (Figura 4).

En contraste, en “convencional” se hicieron 17 aplicaciones alcanzando un E de 0,49 (Figura 4). Este incremento se debe principalmente a la aplicación del producto "Spinosad (48 %)", que tiene un impacto negativo sobre insectos (Figura 5).

En conclusión, el *RIPEST frutícola* es un indicador que contribuye a caracterizar las trayectorias hacia una fruticultura más sostenible en Uruguay. Permite que productores, técnicos e investigadores evalúen la situación ecotoxicológica de cuadros frutícolas, comparen entre años o ensayen manejos más inocuos contribuyendo a reducir el impacto ambiental de la producción.

**BIBLIOGRAFÍA**

MGAP-DGSA,2023: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/importaciones-productos-fitosanitarios>

Ferraro, D. O., Ghersa, F., de Paula, R., Duarte Vera, A. C., & Pessah, S. (2020). Historical trends of the ecotoxicological pesticide risk from the main grain crops in Rolling Pampa (Argentina). Plos one, 15(11), e0238676.

Cazzuli F. y Paruelo J. (2023). Indicadores de desempeño ambiental para sistemas agropecuarios del Uruguay. Serie Técnica 266.

*RIPEST frutícola* permite evaluar la situación ecotoxicológica de cuadros frutícolas, y proponer así manejos que contribuyan a reducir el impacto ambiental de la producción.