

## Valoración de impacto ambiental por uso de pesticidas en la región agrícola del centro de la provincia de Santa Fe, Argentina\*

### Environmental impact assessment by pesticide use in the agricultural region from central province of Santa Fe, Argentina

Alejandro Alberto Schaaf<sup>§</sup>

CIT-Centro de Investigaciones y Transferencia de Jujuy (CONICET). Av. Bolivia 1239, San Salvador de Jujuy (CP 4600), Jujuy, Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu) Alberdi 47. San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [schaaf.alejandro@gmail.com](mailto:schaaf.alejandro@gmail.com).

#### Resumen

En este trabajo se da a conocer una metodología para calcular el impacto ambiental que los pesticidas ocasionan en el medio ambiente teniendo en cuenta diferentes factores. El área de estudio elegida fue la región centro de la provincia de Santa Fe, en la localidad de San Vicente, Argentina. Se confeccionó una fórmula denominada VIA = (ET total + TH total + CA total) x 10. Cada ítem tiene su significado, valoración correspondiente y subdivisión, en donde tenemos las diferentes características de clasificación: ecotoxicología (ET), toxicidad humana (TH) y comportamiento ambiental (CA). La suma de los valores numéricos fueron incluidas en las siguientes categorías: bajo - medio - alto - muy alto, la que nos permitió valorar cada pesticida por separado. Los resultados demuestran que la mayoría de los pesticidas utilizados son de mediana toxicidad (43.75%), seguido por los de baja y alta toxicidad (21.88%) y por último los de muy alta toxicidad (12.5%). Este es un estudio piloto donde se implementó una herramienta nueva que puede estar sujeta a cambios y mejoras.

**Palabras claves:** agroquímicos, monitoreo ambiental, toxicidad.

#### Abstract

This paper discloses a methodology to calculate the environmental impact that pesticides cause in the environment taking into account various factors. The study area was the central region of the province of Santa Fe, in the town of San Vicente, Argentina. A formula called VIA = (ET total + TH total + CA total) x 10 was formulated. Each item has its meaning, corresponding valuation and subdivision, where the different characteristics of classification are: ecotoxicology (ET), human toxicity (TH) and environmental behavior (CA). The sum of the numerical values were included in the following categories: low - medium - high - very high, which allowed us to assess each pesticide separately. The results show that most of the pesticides used are middle toxicity (43.75%), followed by low and high toxicity (21.88%) and finally the very high toxicity (12.5%). This is a pilot study where a new tool was implemented that may be subject to changes and improvements.

**Keywords:** chemicals, environmental monitoring, toxicity.

\* Recibido: febrero de 2016  
Aceptado: mayo de 2016

## Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, mundialmente conocida como por sus siglas en inglés Food and Agriculture Organization (FAO) establece que un plaguicida “es la sustancia o mezcla de ellas, destinada a prevenir, destruir o controlar plagas, incluyendo los vectores de enfermedad humana o animal; las especies no deseadas de plantas o animales que ocasionan un daño duradero u otras que interfieren con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y comercialización de alimentos; los artículos agrícolas de consumo, la madera y sus productos, el forraje para animales o los productos que pueden administrarse para el control de insectos, arácnidos u otras plagas corporales” (FAO, 1990).

Independientemente de sus beneficios, es evidente que los plaguicidas son sustancias químicas deliberadamente tóxicas, creadas para interferir algún sistema biológico en particular y que carecen de selectividad real. Afectan simultáneamente, y en mayor o menor grado, tanto a la “especie blanco” como a otras categorías de seres vivos, particularmente al ser humano (Wania, 1998). Esto se debe a que sólo el 10 por ciento de pesticidas aplicados alcanzan el organismo objetivo y un alto porcentaje se deposita sobre el suelo, agua y sedimentos, afectando a otros organismos (Ortiz-Hernández, 2011). Además, el uso prolongado de pesticidas comúnmente resulta en los residuos en los alimentos y de generación continua a la exposición humana por diferentes vías, generando una preocupación generalizada por los efectos potencialmente adversos de estos productos químicos tienen en los seres humanos (Osman, 2011).

Con respecto a Argentina, en los últimos 15 años la frontera agrícola se expandió de 15 a 30 millones de hectáreas cultivadas, generando cambios en el uso de la tierra en varias regiones del país. Al contrario de lo que ocurrió con la expansión de la agricultura mecanizada en otros países y en Argentina a comienzos del siglo XX, los posibles efectos negativos para el ambiente de un proceso de esa magnitud fueron mitigados por la incorporación de nuevos conceptos agronómicos y tecnologías innovadoras; entre ellas, la siembra directa, el mayor uso de fertilizantes, nuevas rotaciones y criterios de planificación, entre otros. Con 2.8 millones de km.<sup>2</sup> Argentina cuenta con tierras extraordinariamente fértiles que se ajustan perfectamente para la producción agrícola y ganadera (Viglizzo *et al.*, 2006).

## Introduction

The Food and Agriculture Organization (FAO), states that a pesticide "is the substance or mixture of them, intended to prevent, destroy or control pests, including vectors of human or animal disease; unwanted species of plants or animals that cause lasting damage or others that interfere with the production, processing, storage, transportation and marketing of food; agricultural commodities, wood and wood products, fodder for animals or products to which can be applied to control insects, arachnids or other pests" (FAO, 1990).

Regardless of its benefits, it is clear that pesticides are chemicals deliberately toxic, created to interfere any particular biological system and lacks real selectivity. Affecting simultaneously and in varying degrees, both "target species" as other categories of living beings, particularly humans (Wania, 1998). This is because only 10 percent of applied pesticides reach the target organism and a high percentage is deposited on the soil, water and sediment, affecting other organisms (Ortiz-Hernández, 2011). In addition, prolonged use of pesticides commonly results in residues in food and continuous exposure to by different paths, generating widespread concern about potentially adverse effects that these chemicals have on humans (Osman, 2011).

Regarding to Argentina, in the last 15 years the agricultural frontier expanded from 15 to 30 million hectares cultivated, generating changes in land use in various regions of the country. Contrary to what happened with the expansion of mechanized agriculture in other countries and in Argentina in the early twentieth century, the possible negative effects on the environment of a process of this magnitude were mitigated by the incorporation of new agronomic concepts and innovative technologies; including direct seeding, increased use of fertilizers, new rotations and planning criteria, among others. With 2.8 million km<sup>2</sup> Argentina has extremely fertile land that perfectly fit for agricultural and livestock production (Viglizzo *et al.*, 2006).

Following this, the consumption of pesticides in our country has consolidated and this consolidation has set such products as one of the fundamental pillars of growth for production in view of the expected medium-term evolution. Trends in consumption of these products have characteristics that

A raíz de esto, el consumo de plaguicidas en nuestro país ha logrado consolidarse y esta consolidación ha fijado a dichos productos como uno de los pilares fundamentales del crecimiento de la producción en vistas de la evolución esperada a mediano plazo. Las tendencias en el consumo de estos productos poseen particularidades que se ven reflejadas en las diferentes evoluciones de los mercados analizados por cultivo. Cada uno de estos mercados posee un sinnúmero de variables influyentes, entre las cuales se pueden incluir variables relacionadas al mercado (precio, origen de los productos, oferta, etc.), variables relacionadas a los cultivos (mayor o menor incidencia de una adversidad durante un ciclo, características del genotipo, etc.), variables relacionadas a los productos (amplitud de control, nivel de sustitución, efectividad en el control, posibilidad de realizar mezclas) y otras variables. (CASAFE, 2003).

Asumiendo las toxicidades, su impacto en el medio ambiente y en los seres vivos es que nos planteamos como objetivo de este trabajo diseñar una matriz de valoración que nos permita calificar el impacto ambiental de manera indirecta de los diferentes pesticidas, y que puede ser utilizada para establecer criterios para un mejor uso de estos productos en zonas agrícolas.

## Materiales y métodos

**Área de estudio.** El área de estudio del proyecto se focalizó en la localidad de San Vicente, provincia de Santa Fe, Argentina, dentro del departamento Castellano (31° 43' 00" S, 61° 35' 00" O) (Figura 1). El clima de Santa Fe presenta dos gradientes, uno térmico de norte a sur, y otro hídrico de este a oeste. Por el régimen térmico el clima puede definirse como templado sin estación fría en el sur y templado y cálido en el norte; y por el régimen hídrico varía de húmedo a subhúmedo de este a oeste. El relieve es llano con una altura promedio de 40 m de altitud (Lewis y Collantes, 1974).

La Provincia de Santa Fe es una de las más significativas productoras agrícolas del país. El sector agrícola representa aproximadamente 65% del ingreso bruto total generado por el sector rural provincial. Con respecto al uso del suelo, se observa, en las últimas décadas, una expansión progresiva de la agricultura respecto de la ganadería. Pero la expansión agrícola actual no es del mismo tipo que la de hace tres o cuatro década atrás, ya que casi no queda

are reflected in different evolutions of markets analyzed by crop. Each of these markets has a number of influential variables, among which may include market-related variables (price, origin of goods, supply, etc.), related to crops variables (higher or lower incidence of adversity during a cycle, genotype characteristics, etc.), variables related to products (control amplitude, level of substitution, control effectiveness, possibility of making mixtures) and other variables (CASAFE, 2003).

Assuming toxicities, its impact on the environment and living beings is why was set as a goal of this work to design a rubric that allows to qualify indirectly the environmental impact of different pesticides, and that can be used to establish criteria for better use of these products in agricultural areas.

## Materials and methods

**Study area.** The study area focused in the town of San Vicente, province of Santa Fe, Argentina, within the Castellano department (31° 43' 00" S, 61° 35' 00" W) (Figure 1). The climate in Santa Fe has two gradients, one heat from north to south, and another hydric from east to west. By the thermal regime can be defined as temperate climate without cold season in the south and warm temperate in the north; and by the hydric regime varies from humid to sub-humid from east to west. The terrain is flat with an average height of 40 masl (Lewis and Collantes, 1974).

The Province of Santa Fe is one of the most significant agricultural producers in the country. The agricultural sector accounts for about 65% of total gross income generated by the rural sector. Related to land use, in recent years has been observed a progressive expansion of agriculture regarding livestock. But current agricultural expansion is not the same type to that from three or four decades ago, since there is no available surface from the best soils; from now on, the expansion would be feasible by intensifying surface currently in use and by expansion on land less suitable and higher productive risk. The main crops for both Santa Fe as for the study area are soy, corn, wheat, sunflower and sorghum (MinAgri, 2010).

A total area of about 5 000 ha nearby town of San Vicente (Figure 1) where information necessary to obtain the different types of crops grown and pesticides applied by ground spray was collected. For this a survey was applied to

superficie disponible de los mejores suelos; de aquí en más, la expansión factible sería por intensificación de la superficie actualmente en uso y por expansión sobre tierras de menor aptitud y mayor riesgo productivo. Los principales cultivos tanto para santa fe como para el área de estudio son soja, maíz, trigo, girasol y sorgo (MinAgri, 2010).

Se delimito un área total de unas 5000 ha aledañas a la localidad de San Vicente (Figura 1) donde se recolecto información necesaria para obtener los diferentes tipos de cultivos que se siembran y los pesticidas que se aplican con pulverizadora terrestre. Para esto se utilizo un formato de encuesta en la que se realizaron consultas a trabajadores del área, productores, ingenieros agrónomos y vendedores de productos fitosanitarios. Para cada caso se les solicitó la siguiente información: cultivo, tipo de pesticida que se aplica con pulverizadora (nombre comercial y principio activo) y su acción o clase (fungicida, insecticida, etc.).

Teniendo como base la matriz diseñada por Fernández *et al.* (2003) se diseño una escala que permitiera valorar de forma indirecta las sustancias en relación a diferentes factores, siendo estos los referidos a salud y daños en el medio ambiente, y con esto obtener una visión más amplia de los efectos que ocasionan los diferentes pesticidas. Denominamos a esto, valoración de los impactos ambientales (VIA) y lo que buscamos con esto es tener datos más amplios que los aportados por los propios productos fitosanitarios. Esto permite tener un profundo grado de criterios a la hora de monitorear los daños que ocasiona el uso de pesticidas en el medio ambiente.

Se consideraron los siguientes factores:

Ecotoxicología: categoría toxicológica, toxicidad en abejas, aves y peces.

Toxicidad humana: carcinogenicidad, neurotoxicidad, disrupción endocrina, genotoxicidad y capacidad irritativa.

Comportamiento ambiental: persistencia en agua/sedimento, persistencia en suelo y bioconcentración.

Luego estos factores fueron incluidos en las siguientes categorías: bajo - medio - alto - muy alto.

A continuación se definen las diversas características de cada factor consideradas en la evaluación ambiental de los pesticidas según OMS/OPS (1990); IARC (2008); EPA (2012).

workers, farmers, agronomists and sellers of plant protection products. For each case they were asked the following information: crop, type of pesticide that is applied with spray (trade name and active ingredient) and its action or class (fungicide, insecticide, etc.).



**Figura 1. Ubicación del área de estudio. Localidad de San Vicente, Santa Fe, Argentina. Zona urbana y el área de cultivo aledaña que se delimito.**

**Figure 1. Location of the study area. Town of San Vicente, Santa Fe, Argentina. Urban area and crop surrounding area that was delimited.**

Taking as basis the matrix designed by Fernández *et al.* (2003) a scale that would allow to indirectly assess substances in relation to different factors was design, being these related to health and damage to the environment, and thereby obtain a wider view of the effects caused by different pesticides. Calling this, assessment of environmental impacts (VIA) and what it was sought with this is to have more extensive data than those provided by the plant protection products. This allows to have a deep level of criteria when monitoring the damage caused by the use of pesticides in the environment.

The following factors were considered:

Ecotoxicology: toxicological category, toxicity in bees, birds and fish.

Human toxicity: carcinogenicity, neurotoxicity, endocrine disruption, genotoxicity and irritative capacity.

Environmental behavior: persistence in water / sediment, persistence in soil and bio-concentration.

Then these factors were included in the following categories: low - medium - high - very high.

**Categoría toxicológica:** distintas clases toxicológicas en las que pueden estar incluidos los pesticidas. Es decir, toxicidad aguda del ingrediente activo.

**Toxicidad aves, abejas y peces:** capacidad de una sustancia química de causar daños en la estructura o funciones de los organismos vivos, o incluso la muerte.

**Carcinogenicidad:** es la inducción de un crecimiento normal, desordenado y potencialmente ilimitado de las células de un tejido u órgano.

**Neurotoxicidad:** se refiere a efectos sobre el sistema nervioso central, el sistema nervioso periférico y los órganos de los sentidos.

**Disrupción endocrina:** un disruptor endocrino es una sustancia química capaz de alterar el equilibrio hormonal y de provocar diferentes efectos adversos sobre la salud.

**Genotoxicidad:** alteración en el material genético o en sus componentes asociados, producida por un agente químico en los niveles subtóxicos de exposición.

**Capacidad irritativa:** es la capacidad de una sustancia para producir una lesión, irritación o alergia a nivel de la piel, los ojos y las mucosas.

**Persistencia en suelo y agua/sedimento:** el concepto de persistencia a menudo se relaciona con el tiempo de permanencia de una sustancia química en el ambiente. A mayor tiempo de permanencia, mayor es la persistencia. La vida media ( $DT_{50}$ ) de la sustancia es una medida de su persistencia.

**Bioacumulación o bioconcentración:** estos son términos utilizados para describir el aumento en la concentración de una sustancia química, en un organismo en relación con la concentración de esa misma sustancia en el medio circundante.

Para determinar la valoración de los impactos se utiliza la siguiente ecuación:

$$VIA = (ET_{total} + TH_{total} + CA_{total}) \times 10$$

Donde:  $ET_{total} = ET_1 + ET_2 + ET_3 + ET_4$ ;  $TH_{total} = TH_1 + TH_2 + TH_3 + TH_4$ ;  $CA_{total} = CA_1 + CA_2 + CA_3 + CA_4$ .

Next are defined the various characteristics of each factor considered in the environmental assessment of pesticides according to WHO / PAHO (1990); IARC (2008); EPA (2012).

**Toxicological category:** different toxicological classes in which pesticides may be included. That is, acute toxicity of the active ingredient.

**Toxicity to birds, bees and fish:** the ability of a chemical to cause damage to the structure or functions of the living organisms or even death.

**Carcinogenicity:** is the induction of normal growth, messy and potentially unlimited from cells of a tissue or organ.

**Neurotoxicity:** refers to effects on the central nervous system, peripheral nervous system and sense organs.

**Endocrine disruption:** an endocrine disruptor is a chemical capable of altering the hormonal balance and cause various adverse effects on health.

**Genotoxicity:** alteration in the genetic material or in its associated components, produced by a chemical agent in sub-toxic exposure levels.

**Irritative capacity:** the ability of a substance to cause injury, irritation or allergy at skin, eyes and mucous membranes level.

**Persistence in soil and water/sediment:** the concept of persistence is often related to the residence time of a chemical in the environment. At longer residence time, greater persistence. Mean lifetime ( $DT_{50}$ ) of the substance is a measure of its persistence.

**Bioaccumulation or bioconcentration:** these are terms used to describe the increase in the concentration of a chemical in an organism in relation to the concentration of the same substance in the surrounding medium.

To determine the assessment of impacts using the following equation:

$$VIA = (ET_{total} + TH_{total} + CA_{total}) \times 10$$

Where:  $ET_{total} = ET_1 + ET_2 + ET_3 + ET_4$ ;  $TH_{total} = TH_1 + TH_2 + TH_3 + TH_4$ ;  $CA_{total} = CA_1 + CA_2 + CA_3 + CA_4$ .

Los valores de cada una de las variables se presentan en el Cuadro 1.

Obtención de los diferentes datos:

Ecotoxicología: estos datos se obtienen de las etiquetas de los pesticidas. Es información que viene plasmada en los productos por lo que es de fácil acceso. Se lo puede encontrar con el nombre de ficha técnica.

Toxicidad humana: estos datos se pueden extraer de diferentes fuentes: de la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos (EPA) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), a través de sus sitios web oficiales. Aunque también se pueden extraer de datos de laboratorios y universidades a través de informes toxicológicos de diferentes productos. En el apartado “capacidad irritativa” se toma en cuenta mucosa, piel y ojos; por lo tanto cuando una de estas se ve afectada se coloca 5. Puesto que muchos pesticidas pueden ocasionar lesiones en piel y no en ojos o mucosa, por ejemplo.

Comportamiento ambiental: estos datos se extraen de de trabajos realizados por laboratorios, universidades, entidades, como así también de las etiquetas de los productos, en algunos casos se puede contar con esta información (sobre todo la de persistencia en el suelo).

Supuestos a tener en cuenta: cuando no se encontró información al respecto de alguna de las distintas categorías se procedió a colocar el menor valor, o sea 1. Y se lo aclaro con un asterisco (\*) en la matriz. En el caso de productos que vengan con más de un ingrediente activo, es decir, más de una sustancia, se procedió a analizar las dos por separado y colocar la de mayor impacto.

## Resultados y discusión

A partir de las encuestas obtuvimos que los principales tipos de cultivos que se siembran son soja, trigo, maíz, girasol, sorgo y alfalfa. Con respecto a los pesticidas obtuvimos 32 productos, de los cuales 15 son insecticidas, 10 son herbicidas y 7 fungicidas que se aplican con pulverizadoras. Para detalles de los diferentes pesticidas ver Schaaf (2013). Los resultados de la valoración de impacto ambiental (VIA) de los diferentes pesticidas se detallan en el Cuadro 2. A

The values of each of the variables are presented in Table 1.

Getting the different data:

**Cuadro 1. Escala de valores utilizada para cada una de las variables.**

**Table 1. Scale values used for each of the variables.**

ECOTOXICOLOGÍA - ET			
CATEGORÍAS TOXICOLÓGICAS (ET <sub>1</sub> )		TOXICIDAD EN ABEJAS (ET <sub>2</sub> )	
IV Probablemente sin riesgo toxicológico	1	Virtualmente no tóxico	1
III Ligeramente tóxico	2	Ligeramente tóxico	2
II Moderadamente tóxico	4	Moderadamente tóxico	4
Ib Altamente tóxico	6	Altamente tóxico	6
Ia Extremadamente tóxico	8		
TOXICIDAD EN AVES (ET <sub>3</sub> )		TOXICIDAD EN PECES (ET <sub>4</sub> )	
Prácticamente no tóxico	1	Virtualmente no tóxico	1
Ligeramente tóxico	2	Ligeramente tóxico	2
Moderadamente tóxico	4	Moderadamente tóxico	4
Muy tóxico	6	Muy tóxico	6
Extremadamente tóxico	8	Extremadamente tóxico	8
TOXICIDAD HUMANA - TH			
CARCINOGENICIDAD (TH <sub>1</sub> )		DISRUPCIÓN ENDOCRINA (TH <sub>2</sub> )	
No clasificable como cancerígeno	1	No existe evidencia	1
Probablemente no cancerígeno	2	Sospecha de disrupción endocrina	3
Probablemente cancerígeno	4	Evidencia suficiente de disrupción endocrina	5
Carcinogénico para los seres humanos	6		
GENOTOXICIDAD (TH <sub>3</sub> )		NEUROTOXICIDAD (TH <sub>4</sub> )	
Negativo	1	Negativo	1
Positivo	5	Positivo	5
CAPACIDAD IRRITATIVA (TH <sub>5</sub> )			
Negativo	1		
Positivo	5		
COMPORTAMIENTO AMBIENTAL - CA			
PERSISTENCIA EN AGUA SEDIMENTO (CA <sub>1</sub> )		PERSISTENCIA EN SUELO (CA <sub>2</sub> )	
Baja (DT <sub>50</sub> días < 60)	1	Nonpersistente (< 15 días)	1
Alta (DT <sub>50</sub> días > 60)	5	Ligera (15 - 30 días)	2
		Media (30 - 60 días)	4
		Alta (60 - 120 días)	6
		Extrema (> 120 días)	8
BIOCONCENTRACIÓN (CA <sub>3</sub> )			
Ligera (FBC < 100)	1		
Mediana (FBC: 100 - 1000)	2		
Alta (FBC: 1000 - 5000)	4		
Extrema (FBC > 5000)	6		

<b>VALORACIÓN IMPACTO AMBIENTAL</b>	BAJO	< 200
	MEDIO	200 - 350
	ALTO	350 - 450
	MUY ALTO	≥ 450

Ecotoxicology: These data are obtained from the pesticide label. It is information that is reflected in the products so it is easily accessible. It can be found the name from the technical sheet.

modo comparativo y demostrativo se detalla en el Cuadro 3 los valores de las categorías toxicológicas de los diferentes pesticidas y el valor de VIA obtenido en este trabajo.

Human toxicity: These data can be extracted from different sources: from the Environmental Protection Agency (EPA) and the International Agency for Research on

**Cuadro 2. Cálculo y valoración final de los diferentes pesticidas utilizados en San Vicente, Santa Fe, Argentina. Table 2. Calculation and final assessment for the different pesticides used in San Vicente, Santa Fe, Argentina.**

CLASE	INGREDIENTE ACTIVO	NOMBRES COMERCIALES	ECOTOXICOLOGÍA				TOXICIDAD HUMANA					COMPORTAMIENTO AMBIENTAL			VIA
			ET1	ET2	ET3	ET4	TH1	TH2	TH3	TH4	TH5	CA1	CA2	CA3	
I N S E C T I C I D A S	Abamectina	ABAMECTINA AGRI HELIX	4	6	1	6	1	1*	2	5	5	5	4	1	410
	Carbaryl	CARBARIL SPIN 85S	4	1	2	2	4	5	2	1*	5	1	2	1	200
	Opamectina	CIPERMETRINA agm SHERPA	4	6	1	2	4	5	2	5	5	1	6	4	450
	Clorantraniliprole	CORAGEN	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	4	2	200
	Clorpirifos	CLORPIRIFOS	4	6	6	4	1	5	2	5	5	1	6	4	500
	Endosulfan	ENDOSULFAN 35 MASTER	6	4	4	2	4	5	5	5	1	1*	6	4	520
	Fipronil	CLAP 20 EC	4	6	6	6	4	1*	2	1*	5	1	6	2	420
	Lambda cialotrina	LAMBDA GOLFES EC	6	6	1	2	1	5	2	1*	5	1	6	4	450
	Lufenuron	SORBAZ 050 EC MATCH	1	2	1	6	1*	1*	5	1*	5	5	2	4	270
	Metamidofos	METAMIDOPOS AGM	2	4	6	1	2	5	1*	5	5	1	1	1	290
	Melotifenocida	INTREPID	1	1	1	1	1	1*	1*	1*	5	1*	6	1	170
	Metsulfuron	METSULFURON 60 Zamba	1	1	1	1	1	1*	1*	1*	5	5	2	1	180
	Profenofos + Lufenuron	CURYON	4	6	2	4	1	5	1*	1*	5	1*	1	1	290
	Thiametoxam	ACTARA	1	6	1	1	1	1*	1*	1*	1	1	6	1	190
Thiacloprid	CALIPSO 48 SC	4	4	6	4	4	5	1	1	1	1	2	1	240	
H E R B I C I D A S	Acetamida: 2 - clomacetanilida	ACEVOCLOR	1	1	2	4	4	1*	5	1*	5	1*	1	1	240
	Atrazina	ATRAZINA	1	1	1	2	1	5	5	1*	5	5	4	1	210
	Clorfenuron	SPEN CLORFENURON 35	1	1	1	1	1*	1*	1*	1*	1	1*	4	1	100
	2 - 4 D	2 - 4 D AGM	4	4	4	2	1	5	5	5	5	1	4	1	410
	Dicamba	DICAMBA	4	1	2	1	1	1	1*	1*	5	1	1	1	180
	Glifosato	ROUNDUP	1	1	1	2	1	1	2	5	5	1	4	1	250
	Glufofenato de amonio	LIBERTY	4	2	2	2	1*	1	2	1*	5	1	1	1	220
	Imazetapir	FINOT ALTEZA	1	4	1	1	1	1*	1*	1*	5	1*	4	1	180
	Meloladoro	BECP'S BACKGOLD	2	2	4	4	4	1*	1*	1*	5	5	1	2	290
Paraquat	GRANDONINE	4	1	1	2	1	1	2	5	5	1	2	1	220	
F U N G I C I D A S	Asulotróbina + Oxyconazole	AMISTAR	4	1	4	4	2	1	1*	1*	5	5	6	1	220
	Carbendazim	CARBENDAZIM	1	1	4	4	4	1	5	5	5	1	2	1	240
	Difloraftamato	CHEVISPOR	1	4	1	1	1	5	2	5	5	1	1	2	200
	Mancosb	MANCOSEB'S DVA	1	1	1	4	4	5	2	5	5	5	1	1	250
	Picoxistrobin	ACAPELA	2	1	1	6	1	1	1	1*	1	5	6	1*	250
	Tebuconazol	TEBUCONAZOLE 45	1	1	1	4	4	1*	2	1*	5	5	6	2	220
	Triflozotrolin Propiconazole	POSEIDON	2	2	2	6	4	1	2	1*	5	5	4	2	250

VALORACIÓN IMPACTO AMBIENTAL	BAJO	< 200
	MEDIO	200 - 350
	ALTO	350 - 450
	MUY ALTO	≥ 450

**Cuadro 3. Esquema comparativo entre categorías toxicológicas y la valoración de impacto ambiental propuesta.**  
**Table 3. Comparative Scheme between toxicological categories and environmental impact assessment proposal.**

Clase	Pesticidas	Categoría toxicológica	VIA	
Insecticidas	Abamectina	II	Alto	
	Carbaril	II	Medio	
	Cipermetrina	II	Muy alto	
	Clorantraniliprole	IV	Bajo	
	Clorpirifos	II	Muy alto	
	Endosulfan	Ib	Muy alto	
	Fipronil	II	Alto	
	Lambdacialotrina	Ib	Muy alto	
	Lufenuron	IV	Alto	
	Metamidofos	Ia	Alto	
	Metoxifenocide	IV	Bajo	
	Metsulfuron	IV	Bajo	
	Profenofos + Lufenuron	II	Medio	
	Tiametoxam	IV	Bajo	
	Thiacloprid	II	Medio	
	Herbicidas	Acetamida: 2 - cloroacetanilida	IV	Medio
		Atrazina	IV	Medio
		Clorimuron	IV	Bajo
2 - 4 D		II	Alto	
Dicamba		IV	Bajo	
Glifosato		IV	Medio	
Glufosinato de amonio		II	Medio	
Imazetapir		IV	Bajo	
Metolacoloro		III	Medio	
Paraquat		II	Medio	
Fungicidas	Azoxistrobina + Cyproconazole	II	Medio	
	Carbendazim	IV	Medio	
	Ditiocarbamato	IV	Medio	
	Mancozeb	IV	Alto	
	Picoxystrobin	III	Medio	
	Tebuconazol	IV	Medio	
	Trifloxystrobin Propiconazole	III	Alto	

Con respecto a los resultados obtenidos en este estudio preliminar podemos afirmar que la agricultura intensiva que actualmente se lleva a cabo en la localidad de San Vicente, provincia de Santa Fe requiere de una importante cantidad de pesticidas para asegurar el crecimiento y buen estado de los cultivos que allí se siembran. Según los datos obtenidos la mayoría de los pesticidas encuestados son insecticidas, seguido de los herbicidas y fungicidas.

Tomando los valores del modelo se observa que la mayoría de los pesticidas utilizados son de mediana toxicidad (43.75%), seguido por los de baja y alta toxicidad (21.88%) y por

Cancer (IARC), through their official websites. Although you can also extract data from laboratories and universities through toxicology reports of different products. Under "irritative capacity" is taken into account mucous membrane, skin and eyes; therefore when one of these is affected a 5 is placed. Since many pesticides can cause skin lesions and not in eyes or mucous, for example.

Environmental behavior: these data are drawn from work done by laboratories, universities, institutions, as well as product labels, in some cases can have this information (especially the persistence in soil).



último los de muy alta toxicidad (12.5%). Con respecto a esta herramienta de valoración diseñado para este estudio, denominada VIA, puede destacarse que es de interés para el diagnóstico y gestión ambiental del uso de pesticidas que se aplican con pulverizadoras. Ya que no solo toma en cuenta la toxicidad en humanos, sino también la de otros seres vivos, el impacto en el agua y suelo. Esta valoración puede ser tomada en cuenta desde diferentes puntos de vista, ya que hay pesticidas cuya toxicidad es baja para seres humanos pero es considerable para peces, aves y abejas. Esto resulta interesante ya que puede haber apicultores y criaderos de aves que pueden ser afectados.

Además de esto se puede destacar que hay pesticidas de banda verde (clase IV) cuya valoración de impacto ambiental (VIA) es moderada o alta. Si tomamos en cuenta los casos puntuales de los productos que se comercializan, los que deben permanecer en la mira, tanto por categoría toxicológica como por sus altos valores de toxicidad (VIA), los clorpirifos, endosulfan, fipronil, clap, cipermetrina, metamidofos, lufenuron, abamectina, 2-4 D, poseidon y lambda son los pesticidas que requieren de un seguimiento estricto debido a su alto y muy alto impacto en el medio ambiente, sobre todo teniendo en cuenta la cercanía con la zona urbana. Esto se debe tener en cuenta para el monitoreo y diagnóstico final en casos de gestión ambiental del uso de pesticidas.

## Conclusión

Esta herramienta y metodología de análisis propuesta se trata de un estudio e interpretación indirecta de la contaminación que pueden generar ciertos pesticidas sobre el medio ambiente en zonas agrícolas. Se ha tomado como referencia parámetros de importancia como son la ecotoxicología, la toxicidad humana y el comportamiento ambiental, aclarando que es importante enfatizar que el uso indiscriminado de plaguicidas viene generando numerosos problemas, especialmente de forma acumulativa a mediano y largo plazo (Ortiz *et al.*, 2011).

Destacamos que a partir de material técnico y científico de fácil acceso, plasmado en una fórmula sencilla y de simple aplicación, se pueden obtener datos relevantes para realizar una valoración de los impactos por el uso de pesticidas y proponer un monitoreo para el uso de estos productos.

Assumptions to consider: when no information was found about some of the different categories proceeded to place the lowest value 1. And it was clarified with an asterisk (\*) in the matrix. In the case of products that come with more than one active ingredient, i.e., more than one substance, it proceeded to analyze both separately and place the one with greatest impact.

## Results and discussion

From the surveys was obtained that the main types of crops grown are soybeans, wheat, corn, sunflower, sorghum and alfalfa. Regarding to pesticides obtained 32 products, of which 15 are insecticides, 10 are herbicides and 7 are fungicides that are applied by spraying. For details of the different pesticides see Schaaf (2013). The results of the environmental impact assessment (VIA) from the different pesticides are listed in Table 2. In a comparative and demonstrative way detailing in Table 3 the values for toxicological categories of different pesticides and VIA value obtained in this work.

Regarding the results of this preliminary study it was found that intensive agriculture currently taking place in the town of San Vicente, providence of Santa Fe requires a significant amount of pesticides to ensure growth and good crop development sown in the area. According to data obtained most of surveyed pesticides are insecticides, followed by herbicides and fungicides.

Taking model values it is observed that most pesticides used have middle toxicity (43.75%), followed by high and low toxicity (21.88%) and finally the very high toxic (12.5%). Regarding to this assessment tool designed for this study, called VIA, it can be noted that it is of interest for environmental diagnosis and management of the use of pesticides applied with spray. As it not only takes into account toxicity in humans, but also of other living beings, the impact on water and soil. This assessment can be taken into account from different points of view as there are pesticides whose toxicity is low for humans but is considerable for fish, birds and bees. This is interesting because there may be beekeepers and poultry farms that may be affected.

In addition to this can be noted that there are pesticides with green bands (class IV) whose environmental impact assessment (VIA) is moderate or high. If we consider specific

La misma toma en cuenta diferentes componentes, en donde la valoración y la tabla de categorías de toxicidad de plaguicidas nos sirve para tener un panorama amplio, identificar pesticidas de alto grado de toxicidad y planificar proyectos de prevención a partir de los datos obtenidos del impacto que los productos ejercen en el ambiente. Asimismo, recomendamos que la misma sea implementada dentro de una línea base para el desarrollo de planes a futuro del uso/aplicación de pesticidas, en donde se parte de información sobre el conjunto de problemáticas ambientales que se puedan generar en las diferentes áreas de estudio. Se podrían desarrollar planes de ordenamiento regional en zonas agrícolas y aledañas a lugares poblados, recomendando prácticas y productos de aplicación. Por último cabe aclarar que este trabajo desarrollado en un sector del centro de la Provincia de Santa Fe es un estudio piloto realizado a una escala relativamente pequeña, se trata de una herramienta nueva y que la misma puede estar sujeta a cambios y mejoras.

## Literatura citada

- CASAFE. 2003. Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE), Buenos Aires, Argentina. Tomo II 10ª edic. 1600 p.
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). 2012. Integrated risk information system. <http://www.epa.gov>.
- FAO. 1990. Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas. Roma. 40 p.
- IARC. 2008. Agent reviewed by the IARC monographs. 1-99 pp.
- Lewis J. P. y Collantes, M. B. 1974. La vegetación de la provincia de Santa Fe. Reseña general y enfoque del problema. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. 15:343-356.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina (MinAgri). 2010. [www.minagri.gob.ar](http://www.minagri.gob.ar).
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Organización Panamericana de la Salud (OPS). Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. 1990. Serie Vigilancia, 9. Plaguicidas organoclorados. México: OMS/OPS.
- Ortiz, R.; Villadiego, J. y Cardona, C. 2011. Valoración de los impactos ambientales totales generados por el uso de plaguicidas en actividades ganaderas en el municipio de Pamplona-norte de Santander-Colombia. Rev. Didáctica Ambiental. (10): 62-80.
- Ortiz, H. M. L.; Olvera, V. A.; Sánchez, S. E. y Folch, M. J. L. 2011. Pesticides in the environment: impacts and its biodegradation as a strategy for residues treatment. INTECH. 368 p.
- Osman, K. A. 2011. Pesticides and human health. Pesticides in the modern world-Effects of pesticides exposure. In Tech, Rijeka, 205-230.

cases of products sold, those that should remain in the spotlight, both by toxicity category as for its high toxicity values (VIA), chlorpyrifos, endosulfan, fipronil, clorfen, cypermethrin, methamidophos, lufenuron, abamectin 2-4 D, poseidon and lambda are pesticides that require close monitoring because of its high and very high impact on the environment, especially considering the proximity to the urban area. This must be taken into account for monitoring and final diagnosis in cases of environmental management of pesticide use.

## Conclusion

This tool and methodology of analysis proposed is a study and indirect interpretation of pollution that can generate certain pesticides on the environment in agricultural areas. It has been taken as reference parameters of importance such as ecotoxicology, human toxicity and environmental behavior, clarifying that it is important to emphasize that the indiscriminate use of pesticides has generated numerous problems, especially cumulatively to medium and long term (Ortiz *et al.*, 2011).

Highlights that from technical and scientific material easily accessible, embodied in a simple and easy application formula, it can obtain relevant data to make an impact assessment of pesticide use and propose monitoring for the use of these products.

It takes into account different components, where the assessment and table for toxicity category of pesticides helps us to have a comprehensive picture, identify high toxicity pesticides and plan prevention projects from data obtained from impact that products have on the environment. It is also recommended that this should be implemented within a baseline for the development of future plans for use/pesticides application, which parts from information on all environmental issues that may arise in different areas of study. It could develop regional planning in agricultural areas and nearby populated areas, recommending practices and application products. Finally to clarify that this work developed in a sector from the center of the Province of Santa Fe is a pilot study on a relatively small scale, this is a new tool and that it may be subject to change and improvement.

*End of the English version*



Schaaf, A. A. 2013. Uso de pesticidas y toxicidad: relevamiento en la zona agrícola de San Vicente, Santa Fe, Argentina. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 4(2):323-331.

Sors, A. I. 1987. Monitoreo y evaluación ambiental, Metepec, México, eco.

Viglizzo, E. F. y Jobbágy, E. 2006. Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico-ambiental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA.

Wania F. 1998. Multi-compartmental models of contaminant fate in the environment. *Biotherapy.* 11(2-3):65-68.