

## Plaguicidas y violaciones de los derechos a la salud y a la soberanía alimentaria en las comunidades Guaraní Kaiowá de MS, Brasil

Alexandra De Pinho (<https://orcid.org/0000-0001-6557-7941>)<sup>1</sup>  
Débora F. Calheiros (<https://orcid.org/0000-0001-8791-0258>)<sup>2</sup>  
Fernanda S. Almeida (<https://orcid.org/0000-0002-4840-9118>)<sup>3</sup>  
Patrícia Zerlotti (<https://orcid.org/0009-0000-9692-8951>)<sup>4</sup>  
Mariana Cereali (<https://orcid.org/0000-0002-1654-5078>)<sup>5</sup>  
Alberto Feiden (<https://orcid.org/0000-0001-8951-825X>)<sup>6</sup>  
Franciele F. Machado (<https://orcid.org/0009-0000-5867-5391>)<sup>7</sup>  
Renato Zanella (<https://orcid.org/0000-0002-5971-1785>)<sup>7</sup>

**Resumen** Brasil, uno de los mayores productores agrícolas y consumidores de plaguicidas del mundo, ha expandido su área agrícola en el sur de Mato Grosso do Sul, intensificando la contaminación ambiental y la vulnerabilidad de las poblaciones indígenas. Esta investigación evaluó la presencia de plaguicidas en las aguas de dos comunidades indígenas de MS, Retomada Guyraroká y Aldeia Jaguapiru. Entre 2021 y 2022, se realizaron tres campañas de muestreo de aguas superficiales, de abastecimiento y de lluvia, considerando el calendario agrícola. El estudio siguió el protocolo de LARP/UFSM. En total, se encontraron 22 ingredientes activos (IAs), en que, el 41% causa graves efectos en la salud y el 68% está prohibido en la Unión Europea. Fipronil, 2,4-D, y Atrazina los más frecuentes. Del total de IAs, Los resultados revelan que estas comunidades están expuestas a plaguicidas, violando sus derechos a la salud y a la soberanía alimentaria.

**Palabras clave** Agroquímicos, Pueblos indígenas, Salud pública, Calidad del agua, Contaminación ambiental

<sup>1</sup> Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. R. Ufms s/n, Cidade Universitária. 79070-900 Campo Grande MS Brasil. alexandra.pinho@ufms.br

<sup>2</sup> Procuradoria da República no Município de Corumbá. Corumbá MS Brasil.

<sup>3</sup> Fiocruz Mato Grosso do Sul. Campo Grande MS Brasil.

<sup>4</sup> Fórum Nacional da Sociedade Civil nos Comitês de Bacias Hidrográficas. Belo Horizonte MG Brasil.

<sup>5</sup> Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande MS Brasil.

<sup>6</sup> Embrapa Pantanal. Corumbá MS Brasil.

<sup>7</sup> Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas, Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria RS Brasil.

## Introducción

Brasil es uno de los mayores productores mundiales de materias primas agrícolas, que dependen de las plaguicidas para su producción<sup>1</sup>. En 2021, el país fue el mayor exportador mundial de soja, con 91 millones de toneladas (Embrapa<sup>2</sup>). Según Hess y Nodari<sup>3</sup>, la superficie cultivada entre 2010 y 2020 creció un 27,6%, mientras que la cantidad de plaguicidas comercializados aumentó un 78,3%, mostrando el aumento más significativo en el uso de plaguicidas. En 2020, el volumen de plaguicidas comercializados en Brasil fue de 685.746 toneladas. En el período comprendido entre 2013 y 2020<sup>4</sup>, los estados con las mayores cantidades de plaguicidas comercializados fueron: MT (18,5%), SP (14,2%), RS (11,5%), PR (11,3%), GO (8,5%), MG (7,0%) y MS (6,2%). La soja es el producto más cultivado en Brasil y, según las estimaciones de la Compañía Nacional de Abastecimiento (Conab) para la cosecha de 2022/23, la superficie plantada con soja superaba los 43 millones de hectáreas. Es el cultivo que más plaguicidas utiliza, más del 63% del total aplicado en el país, seguido del maíz (13%) y la caña de azúcar (5%)<sup>5</sup>. En 2022, la cantidad total de plaguicidas vendidos en Mato Grosso do Sul superó las 48.000 toneladas<sup>6</sup>. Para empeorar la situación, en las zonas fronterizas con Paraguay y Bolivia hay muchos casos de contrabando de plaguicidas prohibidos en Brasil<sup>7</sup>.

El avance de la producción de materias primas y la deforestación ejercen una fuerte presión sobre los territorios indígenas<sup>8</sup>. La proximidad de las plantaciones a las Tierras Indígenas (TI) provoca la exposición de las comunidades, sus ríos y arroyos, causada por la deriva de los plaguicidas que atraviesan los límites de las fincas<sup>9</sup>. Estos impactos violan los derechos humanos, los derechos a la tierra, los derechos a la salud y la soberanía y seguridad alimentaria y nutricional. Además, la fumigación con plaguicidas se ha utilizado en tierras y cuerpos indígenas como una forma de exterminarlos, ya que luchan por la demarcación de sus territorios y son un obstáculo para la expansión del agronegocio<sup>9</sup>. Sin embargo, los estudios sobre contaminación por plaguicidas en tierras indígenas son escasos en el país<sup>9</sup>. Según Bombardi<sup>10</sup>, el MS es el 3er estado con mayor número de casos (12) de contaminación indígena por plaguicidas entre 2007 y 2014. Sin embargo, cabe señalar que la vigilancia toxicológica del MS está mal estructurada, con una alta posibilidad de subregistro.

Mato Grosso do Sul es el estado con la tercera mayor población indígena de Brasil, correspondiente a 116.000 personas en 2022<sup>11</sup>. Las comunidades indígenas del estado han estado rodeadas de plantaciones a gran escala. Como resultado, la vida cotidiana de los guaraníes y los Kaiowá ha estado marcada, histórica y geográficamente, por la desterritorialización y la precariedad impuestas por el “colonialismo interno”<sup>8</sup> en los frentes del agronegocio. Estos pueblos llevan años luchando para recuperar sus territorios de vida, los “Tekoha”, y contra la contaminación por plaguicidas. La deriva de plaguicidas en TI ya ha sido denunciada en MS. En mayo de 2019, según el Consejo Indígena Misionero (CIMI), un tractor aplicó veneno en una plantación de soja adyacente a reanudación Guyraroká, afectando notablemente a la comunidad, lo que quedó registrado con fotos y vídeos<sup>12</sup>. Posteriormente, se informó que niños y jóvenes presentaron asma, tos seca, dificultad para respirar, vómitos, dolores en el pecho, dolores estomacales y dolores de cabeza<sup>12</sup>.

En 2015, la reanudación Guyra Kambi'y (Dourados), con cerca de 150 indígenas Guaraní Kaiowá, sufrió un ataque químico de un avión que fumigaba un cultivo a 15 metros de la comunidad. Esta situación está prohibida por la Instrucción Normativa n° 02/200813, emitida por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA), que prohíbe la aplicación aérea de plaguicidas en zonas situadas a una distancia mínima de 500 m de pueblos, ciudades, aldeas o barrios; o a una distancia mínima de 250 m de fuentes de agua, viviendas aisladas y grupos de animales. Un informe pericial de la Policía Federal concluyó que, en este caso, la aplicación tuvo lugar fuera de los parámetros legales. Posteriormente, niños y adultos de la comunidad sufrieron dolores de cabeza y garganta, diarrea, fiebre e irritación de la piel y los ojos<sup>14</sup>. Los residentes afirman que las aplicaciones han tenido lugar en las mismas circunstancias desde 2013<sup>15</sup>. Ante el uso masivo de plaguicidas en la producción de productos básicos y la situación de vulnerabilidad de los pueblos Guaraní Kaiowá, este estudio evaluó la presencia y concentración de plaguicidas en el agua de manantiales, ríos, abastecimientos de agua y lluvias en dos comunidades indígenas rodeadas de cultivos en Mato Grosso do Sul. Es esencial vigilar la calidad del agua en las comunidades afectadas e informarles sobre sus derechos a la salud y a la soberanía alimentaria como derecho humano, promoviendo una vigilancia crítica y participativa en salud.

## Método

La elección de las comunidades se basó en el criterio de poseer grandes fincas en sus alrededores. En este escenario se encuentran Retomada Guyraroká y Aldea Jaguapiru, situadas en la región sur de Mato Grosso do Sul (Figura 1), donde se encuentran las mayores áreas de producción agrícola. La reanudación Guyraroká, en el municipio de Caarapó, ocupa un área de 58 ha, donde viven alrededor de 100 indígenas Guarani Kaiowá. La Aldea Jaguapiru se encuentra en la Reserva Indígena de Dourados (RID), en el municipio de Dourados. Según datos de la Secretaría Especial de Salud Indígena (SESAI)<sup>16</sup>, en 2014 vivían unas 15.000 personas en las 3.539 hectáreas de la reserva. Los grupos étnicos que predominan en las aldeas son: Kaiowá, Nandeva y Terena.

Las dos comunidades tienen realidades similares: ambas sobreviven de la agricultura, con técnicas tradicionales y sin el uso de insumos industrializados. Son socialmente vulnerables, pero la Reanudación Guyraroká se encuentra en una posición más frágil, ya que su territorio no ha sido demarcado. Ambas disponen de agua corriente para el consumo procedente de pozos artesianos, que fueron analizados en este estudio. Sin embargo, en la reanudación Guyraroká, una pareja de ancianos sólo utiliza para el consumo el agua del manantial de Ypytá, que también se analizó en el estudio.

El estudio se llevó a cabo entre 2021 y 2022, cuando se recogieron las aguas superficiales, de abastecimiento y pluviales de cada comunidad en tres periodos diferentes, siguiendo el calendario agrícola del cultivo de la soja. La primera recogida tuvo lugar en noviembre/diciembre de 2021, al inicio de la siembra, la segunda en febrero/marzo de 2022, el periodo de cosecha, y la tercera en agosto de 2022, el momento del vacío sanitario de la soja, cuando no se permite plantar soja en Mato Grosso do Sul. Para evaluar la exposición a los plaguicidas a través del agua, se recogieron muestras del abastecimiento de agua (grifos), del agua superficial (ríos y manantiales) y de la lluvia. El agua de lluvia se recogió según Beserra<sup>17</sup>. Las muestras fueron enviadas y analizadas por el Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas (LARP) del Departamento de Química de la Universidad Federal de Santa María (UFSM). Se aplicó el método desarrollado por Donato et al<sup>18</sup> para la determinación múltiple de 70 plaguicidas con diferentes propiedades. Para la determinación de glifosato y su principal metabolito (ácido aminometilfosfónico, AMPA) se

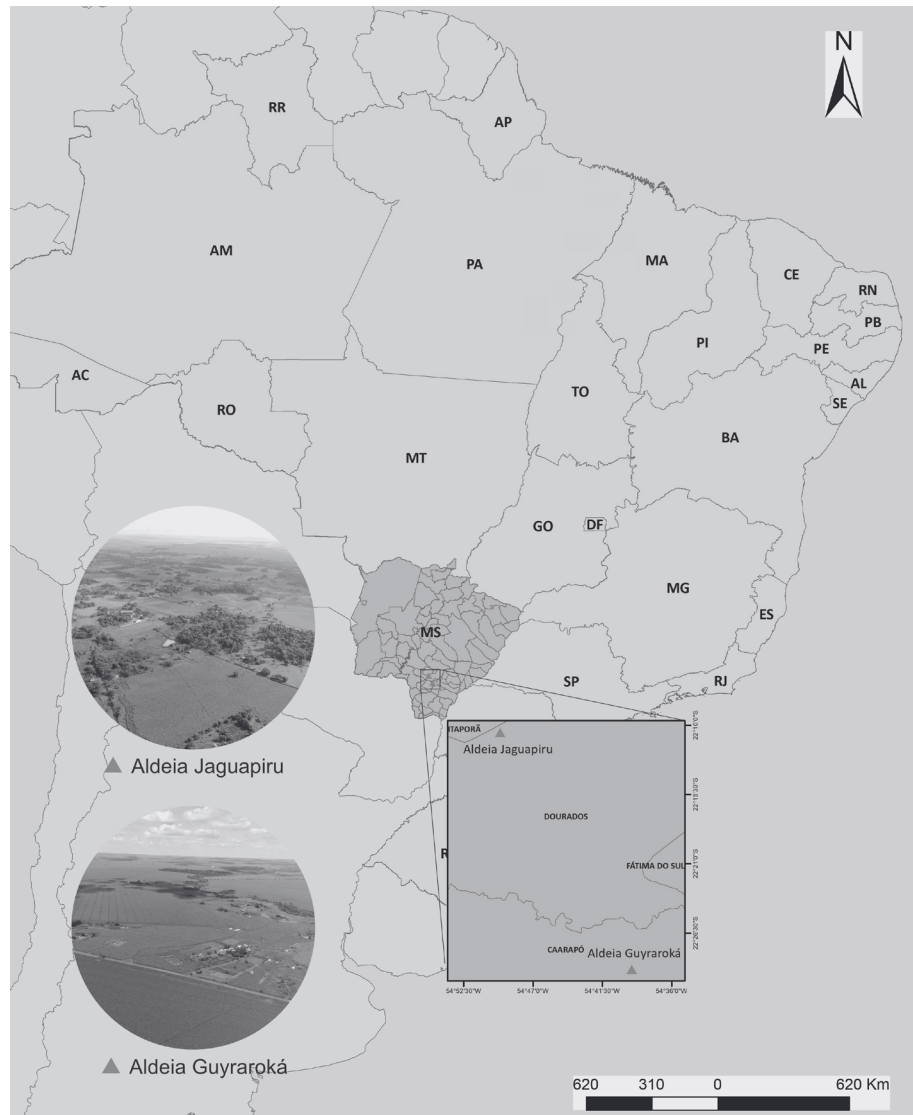
utilizó un método de inyección directa específico y un sistema UHPLC-MS/MS<sup>18</sup>.

## Resultados

Según los resultados, se descubrió que las poblaciones estudiadas están expuestas a diferentes ingredientes activos (IAs) de plaguicidas presentes en el agua. En total, se detectaron 22 IAs diferentes en las muestras de las dos comunidades durante un periodo de un año. En muestras de agua superficial se encontraron 16 IAs, en muestras de agua de abastecimiento 12 IAs, mientras que en agua de lluvia se encontraron 17 IAs. Los IA más frecuentes fueron el Fipronil, detectado en el 68,8% de las muestras, seguido del 2,4-D (62,5%), la Clomazona (56,3%), la Atrazina (50,0%) y el Diurón y la Smazina (43,8%). En los resultados de la reanudación Guyraroká (Tabla 1), se encontraron 20 IAs diferentes. Los ingredientes activos se detectaron en el 75% de las muestras analizadas, y en el 45% fue posible cuantificar su concentración. Los IAs más frecuentes fueron el 2,4-D y el Fipronil, ambos detectados en el 50% de las muestras, seguidos de la Atrazina, la Clomazona y el Tebuconazol (todos ellos hallados en el 41,7% de las muestras). Todas las concentraciones cuantificadas están por debajo de los valores máximos recogidos en la Resolución del Conama n°357/2005<sup>19</sup>.

La Tabla 1 muestra que se encontraron 14 IAs diferentes en las muestras de agua superficial recogidas en los dos manantiales cuyas aguas utiliza la comunidad. El más frecuente fue el Fipronil, detectado en el 50% de las muestras de agua superficial, seguido del fungicida Propiconazol, detectado en el 33,3% de las muestras. En cuanto a los análisis del abastecimiento de agua (Tabla 1), se detectaron 11 IAs, tres de los cuales (Azoxistrobina, Clomazona y Propiconazol) no están incluidos en la Ordenanza 888/2021<sup>20</sup> del Ministerio de Salud, que regula los contaminantes que debe controlar el Programa Vigiágua. Sólo se pudo cuantificar el 36,6% de las detecciones y las concentraciones encontradas están por debajo de los Valores Máximos Permitidos (VMP) establecidos en dicha ordenanza.

Las muestras de agua de lluvia mostraron el mayor número de IAs diferentes (16), con seis IAs en la primera recogida, 11 IAs en la segunda y ocho IAs en la tercera. Asimismo, según la Tabla 1, en las muestras de agua de los manantiales y del abastecimiento de agua, se observa que las mayores cantidades de IAs se encontraron en la



**Figura 1.** Localización de las comunidades estudiadas das comunidades.

Fuente: Autores.

tercera recogida, referida al vacío sanitario, en agosto de 2022, tanto en el agua superficial, con 11 IAs en cada muestra recogida de los manantiales, como en el abastecimiento de agua, con y 10 AIs, respectivamente en una sola muestra. Los resultados encontrados para la aldea de Jaguapiru se muestran en la Tabla 2. Debido a un nuevo aumento de los casos de COVID-19 en el segundo semestre de 2021, que, afectando al territorio, el equipo decidió no realizar la primera campaña, con el fin de evitar situaciones de contagio para esta comunidad.

En las muestras recogidas en Aldeia Jaguapiru se detectaron un total de 12 IAs diferentes y

plaguicidas en el 100% de las muestras. Los IAs más frecuentes fueron: Fipronil, detectado en el 71,4% de las muestras, seguido de 2,4-D y Clo-mazona en el 57,1% cada uno; Atrazina, Diuron y Simazina estaban presentes en el 42,9% de las muestras.

La muestra con mayor cantidad de IAs fue el agua de lluvia recogida en febrero de 2022, que contenía ocho IAs, pero sólo se cuantificó la Atrazina. La cuantificación solo fue posible en el 17,2 % de las muestras, por lo tanto, la mayoría de los análisis (82,8%) solo dieron lugar a la confirmación de la presencia de los ingredientes activos debido a la baja concentración. Se detectó un

**Tabla 1.** Ingredientes activos, concentraciones y fechas de recogida de las muestras de Reanudación Guyraroká.

Reanudación GUYRAROKÁ	Ingrediente Activo	Concentración (µg/L)	Data da coleta
Agua Naciente (Ypytá – arroyo rojo)	Glifosato	4,316	nov/2021
	Fipronil	<LOQ	
	Propiconazol	0,038	feb/2022
	Fipronil	<LOQ	
	Atrazina	1,43	ago/2022
	Clomazona	0,10	
	Simazina	0,10	
	2,4-D	0,049	
	Ametrina, Azoxistrobina, Difenoconazol, Fipronil, Profenofós, Propiconazol, Tebuconazol	<LOQ	
Agua naciente Keili	ND		nov/2021
	ND		feb/2022
	Atrazina	0,335	ago/2022
	Clomazona	0,096	
	Simazina	0,056	
	2,4-D	0,046	
	Propoxur	0,023	
	Ametrina, Difenoconazo, Fipronil, Diuron, Propiconazol, Tebuconazol	<LOQ	
Agua abastecimiento	ND		nov/2021
	Fipronil	<LOQ	feb/2022
	Atrazina	1,71	ago/2022
	Clomazona	0,12	
	Simazina	0,12	
	2,4-D	0,06	
	Ametrina, Azoxistrobina, Difenoconazol, Diuron, Propiconazol, Tebuconazol	<LOQ	
Agua de la lluvia	2,4-D	0,123	nov/2021
	Imidacloprido	0,171	
	Ciproconazol	0,061	
	Metomil, Metoxifenoazida, Tiametoxam	<LOQ	
	Atrazina	0,917	feb/2022
	Fipronil	0,216	
	Imidacloprido	0,123	
	Propoxur	0,119	
	2,4-D	0,107	
	Clomazona	0,032	
	Diuron, Epoxiconazol, Profenofós, Tebuconazol, Tiametoxam	<LOQ	
	Atrazina	0,23	ago/2022
	Clomazona	0,086	
	2,4-D	0,051	
Simazina	0,03		
Ametrina, Diuron, Tebuconazol, Tiametoxam	<LOQ		

< LOQ: Límite de Cuantificación del método. ND: No se detectó ingrediente activo.

Fuente: Autores.

**Tabla 2.** Ingredientes activos, concentraciones y fechas de recogida de las muestras de la aldea de Jaguapiru.

Aldea Jaguapiru punto de recogida	Ingrediente activo	Concentración (µg/L)	Fecha de coleta
Naciente Jaguapiru	Fipronil	0,045	02/2022
	2,4-D, Atrazina, Clomazona, Simazina	<LOQ	08/2022
Naciente Bororo	Fipronil	<LOQ	02/2022
	2,4-D	0,045	08/2022
	Carbendazim, Clomazona, Diuron, Fipronil, Propoxur, Simazina	<LOQ	
Agua abastecimiento	Fipronil, Propiconazol	<LOQ	02/2022
	Atrazina	0,086	08/2022
	Simazina	0,022	
	2,4-D, Carbendazim, Clomazona, Diuron	<LOQ	02/2022
Agua de lluvia	Atrazina	1,47	
	2,4-D, Carbofurano, Clomazona, Diuron, Fipronil, Imidacloprido, Tebuconazol	<LOQ	

<LOQ: Por debajo del límite de cuantificación del método.

Fuente: Autores.

total de ocho IAs en las muestras de agua superficial, siendo el más frecuente el Fipronil, identificado en el 75% de las muestras. Sólo tres IAs (2,4-D, Atrazina y Simazina) figuran en la Resolución 357/200519 del CONAMA, todos con concentraciones por debajo del VMP. Se detectaron ocho IAs diferentes en las muestras de abastecimiento de agua y, de ellos, sólo dos (Clomazone y Propiconazole) no forman parte de la Ordenanza 888/202120 del Ministerio de Salud. Los que sí están en la citada ordenanza no mostraron concentraciones superiores al VMP. Además de COVID-19, se han producido otras situaciones en la aldea de Jaguapiru, de este modo, que sólo fue posible recoger el agua de lluvia una vez.

## Discusión

Como muestran los resultados, la cantidad de IAs encontrada en las muestras de agua era significativa. Se detectó al menos un plaguicida en el 82,2% de las muestras analizadas. Esto significa que las comunidades están expuestas a los plaguicidas a través de diversas vías de acceso al agua, ya sea de manantiales, del abastecimiento público de agua o del agua de lluvia, que con tantos IAs presentes contamina jardines y sistemas acuáticos, animales y personas. Además, el hecho de que no se haya encontrado un plaguicida concreto no significa que no exista en el medio ambiente.

En Brasil, los valores máximos para las aguas superficiales están establecidos por la Resolución 357/2005<sup>19</sup> de la Conama para las aguas de Ríos de Clase I. Por otro lado, los Valores Máximos Permisibles (VMP) en el agua potable, para abastecimiento humano, están establecidos por la Ordenanza 888/2021 del Ministerio de Salud<sup>20</sup> para el agua de consumo humano. Aunque las concentraciones de todos los AI cuantificados en las dos comunidades (36,2% de las muestras) están por debajo de los valores restablecidos en estas dos normativas (VM y VMP), pueden provocar efectos crónicos en todos los seres vivos. La legislación sobre plaguicidas de la Unión Europea (UE) establece que el VMP para cualquier IA en el agua de consumo humano es de 0,1 µg/L, lo que es más restrictivo que la mayoría de los VMPs brasileños. Un ejemplo es el del 2,4-D, uno de los IA que más apareció en las muestras, que en Brasil tiene un VMP de 300 µg/L, 300 veces superior al de la UE. Si tuviéramos en cuenta el VMP de la UE en este estudio, el 45,5% de todas las cuantificaciones estarían por encima del límite máximo permitido Otro resultado preocupante es la gran cantidad de ingredientes activos encontrados en algunas muestras. La legislación de la UE también regula la suma de las concentraciones de IAs encontradas por muestra, donde el VMP es de 0,5 µg/L. La suma de las concentraciones encontradas en el 56,6% de las muestras de Reanudación Guyraroká resultó en concentra-

ciones superiores a este valor. En la muestra de abastecimiento de agua se encontraron 10 IAs y la suma de las concentraciones fue de 2,0 µg/L. Esta concentración es cuatro veces superior a la permitida por la UE, lo que supone un riesgo para la salud y el medio ambiente.

Las evaluaciones del riesgo de los plaguicidas para el medio ambiente y para los organismos vivos se realizan por ingrediente activo y en su forma más pura. Los estudios sobre los efectos sinérgicos de dos o más IAs que actúan juntos en el medio ambiente son casi inexistentes, pero las pruebas científicas encontradas afirman que esta mezcla es más tóxica que cada plaguicida por separado<sup>21</sup>. Los productos comerciales se componen de IA más otras sustancias químicas llamadas inertes, pero que también pueden ser tóxicas cuando interactúan con otras sustancias o se liberan en el medio ambiente y no se tienen en cuenta en las evaluaciones. Para empeorar las cosas, en Brasil, el 36,8% (146 IAs) de los plaguicidas registrados para su uso no están permitidos en la UE. De los 22 IAs encontrados en las dos comunidades, 15 tienen prohibido su uso en la UE (Ametrina, Atrazina, Carbofuran, Carbofurano, Ciproconazol, Diurón, Epoxiconazol, Fipronil, Imidacloprid, Metomilo, Profenofos, Propiconazol, Propoxur, Simazina y Tiametoxam). La razón de la prohibición del uso de estos plaguicidas en la UE está relacionada con los efectos adversos sobre los seres vivos expuestos a los plaguicidas<sup>3</sup>.

En las muestras de agua superficial (arroyos y manantiales) recogidas en las dos comunidades, se detectaron 16 IAs, de los cuales nueve están prohibidos en la UE y sólo cuatro figuran en la Resolución de la Conama<sup>19</sup>. Consiguientemente, a pesar de que las concentraciones no superan los VMP, existe una gran cantidad de plaguicidas altamente tóxicos en los manantiales de estas comunidades, que pueden causar una exposición crónica grave, sin que exista ninguna forma legal de control por parte del Estado. Los manantiales no son sólo una fuente de agua para los Guarani Kaiowá, sino que tienen un valor cultural. Las familias utilizan las aguas superficiales para bañarse (ocio), la pesca de subsistencia, oferta a la cría de animales y los animales silvestres, así como los lugares sagrados. Luego, el impacto de su exposición es mucho mayor. En cuanto a las muestras del abastecimiento de agua de las comunidades, es decir, el agua que la gente bebe, con la que cocina y con la que se higieniza, entre otras actividades, se encontraron 12 IAs. De ellos, siete están prohibidos en la UE y tres no están incluidos en la Ordenanza 888/2021 del Ministerio de Salud

<sup>21</sup> y, por lo tanto, no se controlan (Azoxistrobina, Clomazona y Propiconazol). Este último, uno de los IAs más comunes, es un herbicida con efectos mutagénicos, teratogénicos y endocrinos reconocidos en la investigación<sup>22</sup>.

Esto demuestra la urgencia de revisar la legislación y los procedimientos relativos a la calidad del agua. Es necesario revisar de inmediato las normativas que no garantizan la protección de la salud de la población en cuanto al acceso al agua. Además de la necesidad de revisiones periódicas de las ordenanzas, que tengan en cuenta la entrada de nuevos productos registrados, es necesario incluir nuevos métodos y técnicas de detección más precisos, nueva información sobre los aspectos toxicológicos de los plaguicidas, así como las especificidades agropecuarias regionales. Otra preocupación de la Ordenanza 888/2021 del MS<sup>20</sup> es que el número de pesticidas controlados (40 IAs) es ínfimo en comparación con el número de productos utilizados en Brasil, que suman más de 3.000 productos autorizados por el Ministerio de Salud y el Ministerio de Medio Ambiente y registrados en el MAPA.

En las muestras de agua de lluvia se encontró el mayor número de IAs diferentes (16), 12 de los cuales están prohibidos en la UE. También se detectó carbofuran, que está prohibido en Brasil y, según los criterios de Anvisa, es teratogénico, causa daños en el sistema reproductor, es mutagénico y más peligroso para los seres humanos de lo que han demostrado las pruebas de laboratorio<sup>23</sup>.

La lluvia que contiene plaguicidas es una situación muy grave, pues indica que hay contaminación en todos los ambientes, y puede llegar a lugares donde no hay aplicación directa, especialmente en Mato Grosso do Sul, donde las barreras biogeográficas son escasas. Los vientos y las lluvias fluyen libremente en la región, potenciando la dispersión de la lluvia tóxica. Además, se detectaron Atrazina y 2,4-D, que tienen gran capacidad de infiltración y llegan a las aguas subterráneas<sup>24,25</sup>.

Aunque se respeten las normativas vigentes de aplicación de plaguicidas y las barreras que mitigan la deriva, no hay alternativa para controlar esta exposición a través del agua de lluvia. Las consecuencias son la contaminación de otros manantiales y microcuencas y sus fases en el ciclo hidrológico, afectando a la fauna, el contacto con la lluvia y el consumo de agua contaminada, la pérdida de polinizadores, el compromiso de la biodiversidad, la regeneración y el mantenimiento de zonas preservadas, fundamentales para la conservación de las especies.

En Brasil no existen normativas sobre la presencia de plaguicidas VMPs en el agua de lluvia, por lo que no hay programas de monitoreo de esta exposición para la salud humana o el medio ambiente. En general, los IAs encontrados se clasifican en las clases toxicológicas con mayores riesgos para la salud humana. Es esencial destacar la información encontrada sobre los IAs carcinógenos y/o alteradores endocrinos probados o posibles encontrados en las muestras. Existe una gran cantidad de pruebas científicas recientes<sup>12,26,27</sup> que afirman que no existe una dosis segura para la exposición a productos que provoquen dichas enfermedades. En otras palabras, la más pequeña rastro de IA que cause cáncer o sea un disruptor endocrino puede exponer a la población a riesgos, aunque estén por debajo del VMP. Esto incluye el 2,4-D y la Atrazina. Esta última ya está prohibida en la UE porque es un alterador endocrino, responsable de cambios en los ciclos menstruales de las mujeres y de hipotiroidismo, por ejemplo, además de ser un carcinógeno probado en pruebas de laboratorio. El 2,4-D no está prohibido, pero está sujeto a estrictos controles sobre su uso. También es un alterador endocrino y un posible carcinógeno en humanos<sup>28</sup>.

Algunos de los plaguicidas presentes en las muestras de agua de ambas comunidades, como el Fipronil, que tuvo el mayor número de detecciones por muestra (casi el 70%) y los Neonicotinoides Imidacloprid y Tiametoxam (detectados en el 18,8% de las muestras) se consideran poco tóxicos desde el punto de vista de la salud humana. Sin embargo, son en gran medida responsables de la desaparición de las abejas en todo el mundo<sup>29</sup>.

Por consiguiente, nuestros resultados indican que existe un riesgo para la soberanía y la seguridad alimentaria y nutricional, ya que impide la producción de alimentos libres de plaguicidas, así como la producción de alimentos dependientes de los polinizadores, lo que puede interferir directamente con la cultura alimentaria, especialmente de los pueblos nativos, cuya base alimentaria se basa en la biodiversidad local, comprometida por la presencia de plaguicidas en el medio ambiente. Esto sin considerar el recurso de la miel, tanto para el autoconsumo como para la obtención de ingresos. Algunos de los plaguicidas encontrados son estables en el medio acuático y se incorporan a la ictiofauna. De este modo, ascienden por la cadena alimentaria debido a su capacidad de bioacumulación, provocando el fenómeno de biomagnificación, que se refiere a la exposición exponencial al contaminante a medida que pasa a un nivel superior de esta cadena<sup>30</sup>. Los principales plaguicidas

relacionados con este fenómeno son los insecticidas organofosforados y los piretroides<sup>30</sup>.

Al biomagnificarse a lo largo de la cadena trófica, son causas potenciales de intoxicación aguda y crónica para los depredadores, como los humanos. Recordando que el pescado es una de las principales fuentes de proteína animal para las poblaciones indígenas y los Guarani Kaiowá no son una excepción. El organofosforado profenofos también se detectó en muestras de aguas superficiales y pluviales y, debido a su movilidad ambiental, supone un gran riesgo de propagación.

En Guyraroká, los indígenas denuncian la dificultad de producir alimentos debido a la deriva de los plaguicidas aplicados en los alrededores. Algunas familias ya no siembran ciertos cultivos porque a menudo pierden la producción, optando por producir únicamente tubérculos y raíces, lo que restringe considerablemente la seguridad alimentaria y nutricional y repercute en la cultura alimentaria de la comunidad.

Es importante señalar que, debido a la insuficiente capacidad para determinar los riesgos reales de la exposición ambiental a diversas clases y grupos químicos de plaguicidas de forma permanente y creciente, existe la probabilidad de que muchos de los IAs aún no caracterizados como bioacumulativos y biomagnificantes se clasifiquen como tales a medida que mejoren los métodos de evaluación de la exposición. Las limitaciones de la toxicología, que sustenta las evaluaciones de los riesgos para la salud de la exposición a los plaguicidas, están muy bien detalladas en el artículo publicado por Friedrich *et al.*<sup>21</sup> y pueden servir de base para esta reflexión. Otra cuestión fundamental se refiere al propio consumo de agua. Aunque las comunidades puedan acceder al agua potable de otras fuentes, el contacto con agua contaminada para la higiene personal, el ocio, la limpieza y otros usos sigue siendo un vehículo de exposición y de riesgo de intoxicación aguda y crónica, ya que la vía de absorción de todos los plaguicidas descritos anteriormente no es sólo oral. Los plaguicidas se absorben por vía dérmica, respiratoria y ocular. El simple acto de bañarse ya es un medio de exposición. Las manifestaciones sintomáticas de la intoxicación pueden ser inmediatas, mixtas o tardías -intoxicación aguda, subaguda y crónica- en general. Los principales síntomas y signos de intoxicación aguda son irritaciones dérmicas y oculares, irritaciones de las vías respiratorias superiores e inferiores, respuestas alérgicas, síntomas gastrointestinales y manifestaciones neurológicas. Las intoxicaciones agudas también pueden clasi-



ficarse según su gravedad. Estos síntomas fueron señalados por las comunidades inmediatamente después de los episodios de deriva de plaguicidas aplicados a los cultivos circundantes, según informó Mondardo<sup>31</sup>.

Los habitantes de la reanudación de Guyraroká declararon sentirse mal y tener síntomas como dolores de cabeza, diarrea, dolor de estómago, mareos, malestar general y problemas cutáneos. En la aldea de Jaguapiru, el 90% de las familias ya se han sentido indispuestas debido a los plaguicidas rociados en los cultivos adyacentes y han informado de síntomas como ardor en la boca, mareos, diarrea, vómitos y dolores de cabeza. Los habitantes de Guyraroká afirman que ya no entran en algunos ríos debido a los problemas cutáneos que se producen después. Estos testimonios corroboran los señalados por Gonçalves *et al.*<sup>32</sup> Es necesario realizar evaluaciones que correlacionen los datos de salud de la comunidad con los síntomas agudos y crónicos asociados a los IAs identificados, como forma de subvencionar a los equipos de salud del subsistema indígena del Sistema Único de Salud (SUS) y ofrecer así un servicio de salud mucho más eficaz, incluso para las comunidades de las zonas no demarcadas y los indígenas urbanos. Es importante señalar que toda la información encontrada sobre la acción de los IAs en la salud humana se refiere a generalizaciones, normalmente basadas en parámetros de la población adulta sana media. Sin embargo, cuando se trata de diferentes categorías de población, como niños y ancianos y/o condiciones específicas de la población, como mujeres embarazadas, madres lactantes, personas con comorbilidades, inseguridad nutricional, entre otros factores, los impactos tienden a ser más diversos y graves.

### Consideraciones finales

Cabe señalar que este trabajo es un recorte de la investigación, ya que se han recogido más muestras que aún no se han analizado, por lo que los

datos no son concluyentes. Sin embargo, nuestros datos sirven de advertencia y sugieren inicialmente cómo los impactos del uso excesivo de plaguicidas en los productos básicos hacen vulnerables la salud y la soberanía alimentaria de las poblaciones indígenas. Se trata de una realidad muy presente en la región sur de Mato Grosso do Sul y que se repite en otros estados brasileños. La investigación se encuentra en su segundo año de recopilación y los resultados hallados servirán de apoyo a los análisis para profundizar en los debates. Esto pone de manifiesto la necesidad de una investigación a largo plazo que tenga en cuenta las actividades de monitoreo de la salud de las poblaciones y del medio ambiente. Si bien es posible analizar el contexto con los resultados de un año agrícola, es fundamental poder comparar los datos, supervisar los cambios ambientales y la salud de las poblaciones expuestas, construir una base de datos robusta que pueda colaborar de manera asertiva con estrategias para enfrentar y mitigar los daños y proponer políticas públicas adecuadas para garantizar la salvaguarda de estas poblaciones. Corroborando a Lima *et al.*<sup>9</sup>, esta salvaguarda para los pueblos indígenas expuestos a plaguicidas sólo será posible si existen a) políticas públicas de vigilancia con base territorial y participativa, lo que hemos llamado en el área de Salud y Medio Ambiente vigilancia popular de la salud y del medio ambiente; b) la implementación efectiva de la Vigilancia Sanitaria de las Poblaciones Expuestas a Plaguicidas (VSPEA); c) acciones intersectoriales de combate a las fumigaciones aéreas, definición de territorios libres de plaguicidas; d) la demarcación de las tierras indígenas y la reforma agraria; e) el fomento de la autonomía y la participación efectiva de los pueblos indígenas en los procesos de toma de decisiones. Todas estas acciones deben realizarse de forma intersectorial y participativa y deben tener a la agroecología como premisa epistemológica, como matriz productiva y tecnológica y como guía para los procesos de toma de decisiones, formulación, gestión y monitoreo de las políticas públicas.

## Colaboradores

ADP Pinho (coordinador del proyecto): contribuyó al diseño de la investigación, la recogida y el análisis de datos, la discusión, la redacción y la revisión. DF Calheiros: contribuyó al diseño de la investigación, el análisis de datos, la discusión, la redacción y la revisión. FS Almeida, PH Zerlotti y A Feiden: contribuyeron al diseño de la investigación, la recogida y el análisis de datos, la discusión, la redacción y la revisión. M Cereali: contribuyó a la recopilación y el análisis de datos, la redacción y la revisión. FF Machado y R Zanella: contribuyeron al análisis de datos y a la revisión.

## Referencias

1. Carneiro FF, Augusto LGS, Rigotto RM, Friedrich K, Búrigo AC, organizadores. *Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Rio de Janeiro, São Paulo: EPSJV, Expressão Popular; 2015.
2. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Ciência e tecnologia tornaram o Brasil um dos maiores produtores mundiais de alimentos [Internet]. 2022. [acessado 2023 ago 28]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/75085849/ciencia-e-tecnologia-tornaram-o-brasil-um-dos-maiores-produtores-mundiais-de-alimentos>
3. Hess SC, Nodari RO, Soares MR, Lima FANS, Pignati WA. Cenário agrícola brasileiro: monoculturas e silvicultura, agrotóxicos e incidência de câncer, suicídio e anomalias congênitas. In: Roccon PC, Del Bel H, Costa AAS, Pignati WA, organizadores. *Ambiente, saúde e agrotóxicos: desafios e perspectivas na defesa da saúde humana, ambiental e do(a) trabalhador(a)*. São Carlos: Pedro & João Editores; 2023. p. 149-175.
4. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Ibama apreende agrotóxicos ilegais em propriedades rurais no Mato Grosso do Sul [Internet]. 2022. [acessado 2023 ago 23]. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/noticias/2022/ibama-apreende-agrotoxicos-ilegais-em-propriedades-rurais-no-mato-grosso-do-sul>
5. Lopes HR, Aline MG, Luiza CM. Vivendo em territórios contaminados: um dossiê sobre agrotóxicos nas águas de cerrado [Internet]. 2023. [acessado 2023 ago 20]. Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/2023-05/dossie-agrotoxicos-aguas-cerrado.pdf>
6. Mondardo M. O governo bio/necropolítico do agrotóxico e os impactos dos agrotóxicos sobre os territórios de vida Guarani e Kaiowá. *Rev Geogr Ecol Política* 2019; 1(2):155-187.
7. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Painéis de informações de agrotóxicos [Internet]. 2023. [acessado 2023 ago 22]. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/paineis-de-informacoes-de-agrotoxicos>
8. Ribeiro HM, Sá Neto CE. Meios de extermínio na sociedade de risco: a pulverização de agrotóxicos em terras indígenas brasileiras. *Rev Jurídica Luso Bras* 2019; 5(3):727-751.
9. Lima FANS, Corrêa MLM, Gugelmin SA. Territórios indígenas e determinação socioambiental da saúde: discutindo exposições por agrotóxicos. *Saude Debate* 2022; 46(2):28-44.
10. Bombardi LM. *Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexão com a EU*. São Paulo: FFLCH-USP; 2017.
11. Fundação Nacional dos Povos Indígenas (Funai). Dados do Censo 2022 revelam que o Brasil tem 1,7 milhão de indígenas [internet]. 2023. [acessado 2024 mar 9]. Disponível em: <https://www.gov.br/funai/pt-br/assuntos/noticias/2023/dados-do-censo-2022-revelam-que-o-brasil-tem-1-7-milhao-de-indigenas>

12. Brasil de Fato. Indígenas guarani kaiowá denunciam pulverização de veneno ao lado de escola [Internet]. 2022. [acessado 2023 ago 2]. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2022/08/06/indigenas-guarani-kaiowa-denunciam-pulverizacao-de-veneno-ao-lado-de-escola>
13. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 2. Dispõe de aprovar as normas de trabalho da aviação agrícola, em conformidade com os padrões técnicos operacionais e de segurança para aeronaves agrícolas, pistas de pouso, equipamentos, produtos químicos, operadores aero-agrícolas e entidades de ensino, objetivando a proteção às pessoas, bens e ao meio ambiente, por meio da redução de riscos oriundos do emprego de produtos de defesa agropecuária. *Diário Oficial da União* 2008; 3 jan.
14. Ministério Público Federal. MPF/MS pede na Justiça indenização de R\$ 286 mil para aldeia pulverizada com agrotóxicos [Internet]. 2017. [acessado 2023 ago 21]. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/ms/sala-de-imprensa/noticias-ms/mpf-ms-pede-na-justica-indenizacao-de-r-286-mil-para-aldeia-pulverizada-com-agrotoxicos>
15. Repórter Brasil [Internet]. Agrotóxico foi usado como arma química contra os indígenas, diz procurador [Internet]. 2019. [acessado 2023 ago 25]. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2019/08/agrotoxico-foi-usado-como-arma-quimica-contra-os-indigenas-diz-procurador/>
16. Instituto Socioambiental. Indígenas estão ameaçados de despejo em Dourados (MS) [Internet]. 2017. [acessado 2023 ago 23]. Disponível em: <https://site-antigo.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/indigenas-estao-ameaçados-de-despejo-em-dourados-ms>
17. Beserra L. *Agrotóxicos, vulnerabilidades socioambientais e saúde: uma avaliação participativa em municípios da bacia do rio Juruena, Mato Grosso* [dissertação]. Cuiabá: Universidade Federal do Mato Grosso; 2017.
18. Donato FF, Martins M, Munaretto JS, Prestes O. Development of a multiresidue method for pesticide analysis in drinking water by solid phase extraction and determination by gas and liquid chromatography with triple quadrupole tandem mass spectrometry. *J Braz Chem Soc* 2015; 26(10):2077-2087.
19. Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da União* 2005; 25 mar.
20. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Portaria GM/MS nº 888. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União* 2021; 4 maio.
21. Friedrich K, Gurgel AM, Sarpa M, Bedor CNG, Siqueira MT, Gurgel IGD, Augusto LGS. Toxicologia aplicada aos agrotóxicos – perspectivas em defesa da vida. *Saude Debate* 2022; 2(46):293-315.
22. Ferreira MJM, Viana Júnior MM, Pontes AGV, Rigotto RM, Gadelha D. Gestão e uso dos recursos hídricos e a expansão do agronegócio: água para quem e para quem? *Cien Saude Colet* 2016; 21(3):743-752.
23. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Voto nº 69/2017/DIREG/ANVISA. Avaliação Toxicológica do Ingrediente Ativo Carbofurano [Internet]. 2017. [acessado 2024 jun 11]. Disponível em: <https://sinitox.icict.fiocruz.br/sites/sinitox.icict.fiocruz.br/files/Relat%C3%B3rio%20GGTOX%20Carbofurano.pdf>
24. Coelho ERC, Leal WP, Souza KB, Rozário A, Antunes PWP. Desenvolvimento e validação de método analítico para análise de 2,4-D, 2,4-DCP e 2,4,5-T para monitoramento em água de abastecimento público. *Rev Engen Sanit Ambiental* 2018; 6(23):1043-1051.
25. Dias ACL, Santos JMB, Santos ASP, Bottrel SEC, Pereira RO. Ocorrência de Atrazina em águas no Brasil e remoção no tratamento da água: revisão sistemática. *Rev Int Cienc* 2018; 8(2):234-253.
26. Melgarejo L, Gurgel AM. Agrotóxicos seus mitos e implicações. In: Gurgel AM, Santos MOS, Gurgel IGD, organizadores. *Saúde do campo e agrotóxicos: vulnerabilidades socioambientais, político institucionais e teórico-metodológicas*. Recife: UFPE; 2020.
27. Gurgel AM, Guedes CA, Friedrich K, Gurgel IGD. Flexibilização do registro de agrotóxicos no Brasil e nocividades à saúde humana [Internet]. 2019. [acessado 2023 ago 23]. Disponível em: <https://proceedings.science/80-cbcshs/trabalhos/flexibilizacao-do-registro-de-agrotoxicos-no-brasil-e-nocividades-a-saude-humana?lang=pt-br>
28. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Vigiaqua: programa nacional de vigilância da qualidade da água para consumo humano [Internet]. 2022. [acessado 2023 ago 26]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/saude-ambiental/vigiaqua/vigiaqua>
29. Rossi, EM, Melgarejo L, Souza MMO, Ferrer G, Talga DO, Barcelos RO, Cabaleiro F. Abelhas e agrotóxicos: compilação sobre as evidências científicas dos impactos dos agrotóxicos sobre as abelhas – Petição perante a Relatoria DESCA da Comissão Interamericana de Direitos Humanos [Internet]. 2020. [acessado 2023 ago 23]. Disponível em: <https://navdanyainternational.org/wp-content/uploads/2020/11/abelhas2020.pdf>
30. Santana LMBM, Cavalcante RM. Transformações metabólicas de agrotóxicos em peixes: uma revisão. *Orbital* 2016; 8(4):257-268.
31. Mondardo M. O governo bio/necropolítico do agronegócio e os impactos dos agrotóxicos sobre os territórios de vida Guarani e Kaiowá. *AMBIENTES Rev Geog Ecol Pol* 2019; 1(2):155.
32. Gonçalves GMS, Gurgel IGD, Costa AM, Almeida LR, Lima TFP, Silva E. Uso de agrotóxicos e a relação com a saúde na etnia Xukuru do Ororubá, Pernambuco, Brasil. *Saude Soc* 2012; 21(4):1001-1012.

Artículo presentado en 15/09/2023

Aprobado en 29/02/2024

Versión final presentada en 18/04/2024

Editores jefes: Maria Cecília de Souza Minayo, Romeu Gomes, Antonio Augusto Moura da Silva

