

# INFLUENCIA DE LA DUREZA DEL AGUA EN RÍOS Y POZOS EN LA EFECTIVIDAD DE PLAGUICIDAS, PROVINCIA DE LOS SANTOS, PANAMÁ

## INFLUENCE OF THE HARDNESS OF WATERS IN RIVERS ON THE EFFECTIVENESS OF PESTICIDES, PROVINCE OF LOS SANTOS, PANAMÁ

Hernández Frías, Gabriel Jacinto; Salazar Pinilla, Luis Carlos

Gabriel Jacinto Hernández Frías

gabrieljh04@yahoo.com

Ministerio de Desarrollo Agropecuario,, Panamá

Luis Carlos Salazar Pinilla

lcsalazarp@hotmail.com

Universidad de Panamá, Panamá

Revista Investigaciones Agropecuarias

Universidad de Panamá, Panamá

ISSN-e: 2644-3856

Periodicidad: Semestral

vol. 1, núm. 2, 2019

reinaldo.dearmas@up.ac.pa

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/222/2223191003/>



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

**Resumen:** Esta investigación se realizó en ocho ríos y ocho pozos de la provincia de Los Santos, región agropecuaria en donde impera un alto consumo de plaguicidas. El estudio consistió en evaluar la dureza del agua en ríos y pozos, utilizada como medio para las aplicaciones de plaguicidas y comprobar su influencia en la efectividad de estos plaguicidas. El muestreo se realizó considerando la época seca y lluviosa en el período entre febrero 2016 y febrero 2017. Las muestras de agua fueron colectadas en los ríos Taguada, Bajo Güera, Faldar, Estibaná, Tebario y Río Gato, distrito de Macaracas; en Río Tonosí, quebrada La Bonita y un pozo en Tonosí Centro, distrito de Tonosí; un pozo ubicado en Tablas Abajo, distrito de Las Tablas; pozos en Llano Abajo, la Pacera y Ciénega Larga, en Guararé; un pozo en Sabana Grande y otro en Tres Quebradas, distrito de Los Santos. Las muestras se analizaron en los laboratorios de Control de Calidad de Plaguicidas y Análisis de Residuos de Plaguicidas en Plantas y Productos Vegetales de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal. La dureza promedio en pozos resultó ser agua dura y en ríos semidura, según la escala establecida por EPA. Hubo mayor reducción del ingrediente activo en el tratamiento de disoluciones de dimetoato en agua de pozo que en el agua desionizada. Igualmente ocurrió con el tratamiento de disoluciones de glifosato en agua de río que en el agua de pozo.

**Palabras clave:** Dureza del agua, plaguicidas agrícolas, calidad del agua, ríos y pozos.

**Abstract:** This research was conducted in eight rivers and eight wells in the province of Los Santos, an agricultural region, with a high consumption of pesticides. In the research, it is proposed to determine the influence of hardness of water in rivers and wells, used as a medium, for pesticide applications, and study its effect on the efficacy of pesticides. The sampling was carried out considering the dry and rainy season in the period between February 2016 and February 2017. The water samples were collected in the Taguada, Bajo Güera, Faldar, Estibaná, Tebario and Río Gato rivers, district of Macaracas; in the Tonosí River and the La Bonita stream and a well located in Tonosí Centro, Tonosí district; a well located in Tablas Abajo district of Las Tablas; wells in Llano Abajo, La Pacera and Ciénega Larga in Guararé and two wells, one Sabana Grande and in Tres Quebradas district of Los Santos. The samples were analyzed in

the laboratories of Quality Control of Pesticides and Analysis of Residues of Pesticides in Plants and Vegetable Products of the National Direction of Plant Health. Therefore, the average hardness in wells resulted in hard water and rivers medium hard, according to the scale established by the EPA. There was more active ingredient reduction from dimethoate solutions of well water than deionized water. Equally occurred with river water and well water in solutions with glyphosate.

**Keywords:** Hard water, pesticides, water quality, rivers and wells.

## INTRODUCCIÓN

La provincia de Los Santos es una zona dedicada en su gran mayoría a actividades agropecuarias, las cuales demandan un alto consumo de plaguicidas. De acuerdo con productores de maíz y hortalizas, que utilizan las aguas de ríos y pozos para la preparación de las pulverizaciones, se hace necesario en algunos casos, incrementar las dosis del producto comercial para lograr el control de las plagas. Esta situación pudiera obedecer a la presencia de sales disueltas de calcio (Ca) y magnesio (Mg). La dureza del agua es causada por una concentración de minerales con carga positiva, principalmente Ca y Mg. Estos cationes pueden unirse a algunos herbicidas como el glifosato y 2,4-D amina, lo que reduce su rendimiento. La dureza del agua se expresa en ppm o

mg/L como cantidad equivalente de carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$  (Rodríguez, 2010; Vivot et al., 2010).

El agua es considerada el solvente universal y medio esencial de transporte en la aplicación de plaguicidas y abarca el 95% del volumen de la pulverización (Purdue University, 2012). Se ha señalado la importancia que tiene la calidad del agua para garantizar el buen rendimiento del plaguicida, por ende, el éxito de la aplicación y mayor costo beneficio (CASAFE, 2016; Metroflor, 2016). Razón por la cual, la mala calidad del agua utilizada como vehículo, es un factor, que puede afectar la efectividad de diferentes formulaciones de un plaguicida (Allieri y Papa, 2008; Leiva, 2010).

Diferentes parámetros de calidad del agua son considerados importantes, de los cuales se podrían mencionar pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y dureza; factores que pudieran interactuar negativamente con los ingredientes activos y/o inertes de los plaguicidas. El objetivo general de esta investigación fue determinar la dureza del agua en ríos y pozos, utilizada para las aplicaciones de productos fitosanitarios, en áreas agrícolas de la provincia de Los Santos y su efecto sobre la eficacia de los agroquímicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación del estudio y sitios de muestreos:** el estudio se realizó en la provincia de Los Santos, dividida políticamente en siete distritos, se sitúa al sur de la península de Azuero, entre los  $7^{\circ} 30' 00''$  de latitud norte y  $8^{\circ} 20' 00''$  de latitud oeste. La investigación abarcó 16 sitios de muestreo, distribuidos en ocho (8) ríos y ocho (8) pozos, incluyendo la estación seca y lluviosa, distribuidos entre los meses de febrero 2016 y 2017, con una frecuencia bimensual, y se colectaron un total de 80 muestras. Para la selección de los sitios se utilizaron criterios, tales como, desarrollo de actividad agrícola; caudal de agua suficiente, que permitiera la continuidad de los muestreos programados durante el año de estudio; que estuviera dentro de las zonas: alta, media y baja de la provincia de Los Santos. La distribución por sitios de muestreo se planteó de la siguiente manera:

Macaracas: ríos Taguada, Bajo Güera, El faldar, Estibaná, Tebario y Gato

Tonosí: río Tonosí, quebrada La Bonita y un pozo, ubicado en Tonosí centro.

Las Tablas: pozo ubicado en Tablas Abajo.

Guararé: pozos ubicados en Llano Abajo, la Pacera y Ciénega Larga.

Los Santos: un pozo (1) en Sabana Grande y dos (2) en Tres Quebradas. La distribución de los puntos de muestreo se indica en la Figura 1.

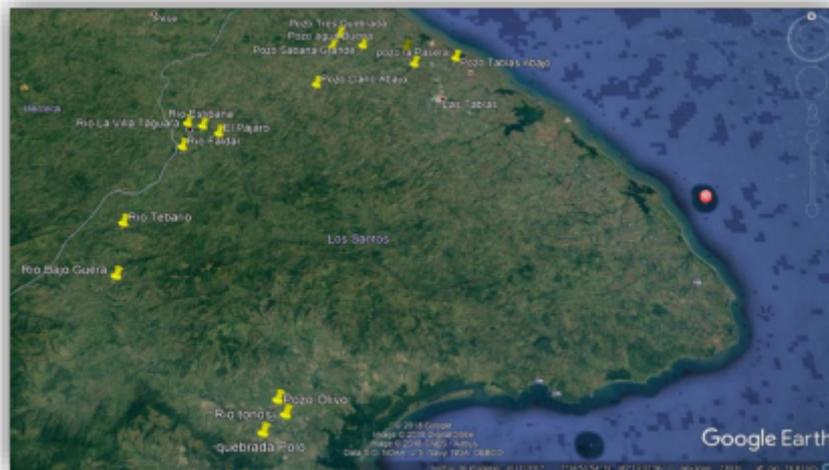


FIGURA 1.

Ubicación de ríos y pozos, en el área de investigación, de la provincia de Los Santos  
Google Earth.

**Colecta de muestra de agua en pozo profundo:** el pozo era bombeado por turbinas, se dejaba fluir un volumen de agua de aproximadamente un (1) L, posteriormente era recolectada en un envase con capacidad de 20L, siempre previo al envasado final, se aplicaba un enjuague vigoroso tres veces y se extraía el volumen requerido de un (1) L en duplicado (Figura 2A y 2B).



FIGURA 2 A.

Liberación de volumen de agua para el posterior triple enjuague y muestreo B.  
Colecta de muestra en el pozo de Gilberto Cárdenas, productor de maíz, caña y arroz.

**Colecta de muestra en río:** las muestras se colectaron lo más próximo al centro del cauce, con flujo de agua continuo de por lo menos 15 m en línea recta; evitando los remanses del río (Figura 3A). Al envase de un (1) L se le aplicaba un enjuague vigoroso tres veces y posteriormente se extraía el volumen requerido de un (1) L, igualmente en duplicado. Para el reconocimiento de los sitios, los puntos de colecta de muestras fueron georreferenciados, e identificados con un código alfanumérico, este código recogía información de distrito, localidad, iniciales del productor, y número de muestreo o campaña (Figura 3B).



FIGURA 3.

A. Punto de muestreo en el río Estibaná con características apropiadas para el muestreo, sin remanses con un flujo o corriente de agua sin interrupción. B. Ubicación y asignación de códigos a los puntos de muestreo, río Estibaná, distrito de Macaracas, provincia de Los Santos.

**Mediciones de los parámetros de calidad fisicoquímica del agua:** se utilizó una sonda multiparamétrica portátil, con Sistema de Posicionamiento Georeferencial, GPS incluido en el equipo de la marca HANNA modelo HI 9829, con la capacidad de medir una amplia gama de parámetros y propiedades físicas del agua como la conductividad eléctrica, pH, sólidos totales disueltos. Se determinaron cinco (5) muestras para sobtener el promedio de cada parámetro. El procedimiento para el uso de la sonda consistió en sumergir los electrodos, por un tiempo de aproximadamente cinco (5) minutos hasta que se estabilizara la lectura, se ingresaba el código del sitio; una vez, estabilizada la lectura los datos generados eran almacenados en la memoria del equipo hasta su posterior tabulación en la hoja de Microsoft Excel 2016.

**Lectura del agua en los pozos:** la lectura de la sonda multiparamétrica se realizaba en un envase de plástico de 20 L, que contenía un volumen de agua de aproximadamente 10 L; garantizando principalmente que los electrodos de la sonda estuvieran sumergidos en el agua; así mismo,

realizando movimientos circulares ininterrumpidos hasta que se estabilizaran los datos en el equipo; para entonces, hacer lectura de los datos generados (Figura 4A).

**Lectura del agua en los ríos:** la sonda multiparamétrica se colocaba dentro del cauce del río, asegurándose de un flujo o corriente continua de agua, evitando remanses; una vez estabilizados los valores se procedía a la lectura de los datos (Figura 4B).



FIGURA 4.

A. Lectura de parámetros fisicoquímicos en agua de pozo utilizando la sonda multiparamétrica. B. Lectura de parámetros fisicoquímicos del agua, utilizando la sonda multiparamétrica en el río Bajo Güera

**Identificación, transporte y preservación de las muestras:** las muestras fueron rotuladas con el código previamente asignado al sitio, una vez rotulada la información, la etiqueta era protegida con cinta adhesiva, para evitar pérdida o deterioro de la información al estar en contacto con el agua. El transporte de las muestras se llevó a cabo en hieleras, las cuales fueron ingresadas al laboratorio en un tiempo no mayor a 48 horas. Para

preservar las muestras se acidificaron a pH menor a dos ( $< 2$ ). Se almacenaron en neveras a  $+ 4\text{ }^{\circ}\text{C}$  por un tiempo no mayor a los seis meses. Las muestras de agua de río y pozo que serían fortalecidas con plaguicidas dimetoato y glifosato no se acidificaban.

**Ensayos de laboratorios para la determinación de la dureza:** en el laboratorio de Control de Calidad de Plaguicidas de la DNSV se efectuó el ensayo para la determinación de la dureza del agua, por el método de titulación con EDTA SM 2340 C (2012), aplicable para aguas naturales como superficiales, marinas, subterráneas, residuales y residuales tratadas, establecido por Standard Methods for the Examination of the Water and Waste water. Actualmente la dureza total

se define como la sumatoria de Ca y Mg y se expresa como  $\text{CaCO}_3$  mg/L (APHA, 2014). Se utilizó como valor de referencia para la interpretación, el promedio de dureza, determinada de los cinco

(5) muestreos en ríos y pozos, que representaron la parte alta media y baja de los sitios. Los datos generados se compararon con la escala establecida por la Environmental Protection Agency (EPA, 1986), institución que clasifica las concentraciones de  $\text{CaCO}_3$  mg/L presentes en el agua, estableciendo la escala con estos valores: aguas blandas  $< 75$ , moderadamente dura o semidura 75- 150, dura 150-300, muy dura  $> 300$ .

**Preparación de muestras para análisis de la reducción de la concentración del herbicida glifosato en agua de pozo y agua de río:** Se empleó el Cromatógrafo Agilent Technologies 6430 triple cuadruplo LC/MS, del Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas en Plantas y Productos Vegetales. Como paso previo se requirió la preparación de una disolución madre de glifosato en agua de río con dureza media (Tratamiento 1), para compararla con una disolución de glifosato en agua dura de pozo (Tratamiento 2). Para conocer la concentración real de la disolución, se utilizó el resultado del análisis cuantitativo de una muestra de glifosato, previamente analizada por el laboratorio, determinando una concentración del ingrediente activo (i.a) de 368.6 g/L. El panfleto del producto comercial indicó una dosis de campo de 1.5 L del formulado en 200 L agua

/ ha, lo que es igual a 750  $\mu\text{L}$  en 100 mL de agua. Se utilizó dosis comercial del herbicida y no densidad.

**Preparación de muestras para análisis de la reducción de la concentración del insecticida dimetoato en aguas de pozo y agua desionizada:** se empleó una concentración teórica del formulado comercial del ingrediente activo de 400 g/L, densidad de 1.05 g/mL y la concentración de trabajo utilizada en el cromatógrafo fue de 4 ng/mL. Se evaluó el tratamiento de una disolución del formulado comercial del dimetoato preparada en agua de pozo a una concentración de  $\text{CaCO}_3$  de 230 g/L (Tratamiento 1), para compararla con una disolución del dimetoato en agua desionizada (Tratamiento 2).

**Diseño experimental para el análisis estadístico:** para confirmar si existían diferencias significativas entre tratamientos del mismo plaguicida, se realizó un análisis de la varianza ANOVA, utilizando la aplicación del SPSS 24 para Windows, por lo que, se planteó el contraste igualdad de medias, para dos muestras independientes, con la prueba t de Student, con un nivel de significancia del 5 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la dureza del agua: el 75% de las fuentes de agua de los ríos corresponden, según la escala EPA, a moderada o medianamente dura, el 12.5 % a blanda y el otro 12.5% a dura (Tabla 1). En contraste, 87.5% de las muestras de agua de pozo se ubican dentro de la escala en duras y el 12.5% muy duras. Estos datos se acercan porcentualmente a los resultados obtenidos en el estudio realizado por la ANAM (2013b) en 17 diferentes puntos de la provincia de Los Santos sobre aguas subterráneas (pozos), resultando en 83% en rango de agua dura y 17% en aguas muy duras.

**TABLA 1.**  
Clasificación de dureza del agua y distribución porcentual, según la escala EPA, en ocho (8) ríos y ocho (8) pozos. 2016-2017.

Clasificación dureza del agua	Escala EPA	Ríos	%	Pozos	%
Aguas blandas	< 75	1	12.5	0	0.0
Moderadamente dura o semidura	75 - 150	6	75.0	0	0.0
Duras	150 - 300	1	12.5	7	87.5
Muy duras	> 300	0	0.0	1	12.5

Algunos autores han reportado categóricamente que el agua dura afectó considerablemente la eficiencia de los plaguicidas (Allieri y Papa, 2008; Arróspide, 2016, Beard y Deer, 2001; CASAFA, 2016; Faccini y Puricelli, 2010; Leiva, 2010; Menéndez et al., 1999; Mercosur.com, 2018; Papa, 2004 y 2005; Sprayer, s.f; UAP, s.f).

En general, la concentración de dureza determinada en pozos de las áreas agrícolas de la provincia de Los Santos, estuvo por encima de los 151 mg/L, ubicándola en la escala EPA como agua dura y en los sitios de Tres Quebrada y Sabana Grande como muy duras, arriba de 300 mg/L. Mayoritariamente, la dureza en ríos se clasificó como aguas semiduras, con concentraciones de CaCO<sub>3</sub> entre los 75 y 150 mg/ L. Valores superiores a 150 mg/ L se localizaron en el distrito de Tonosí. Estos resultados de los valores de la dureza presentes en las fuentes de agua estudiadas, parecen indicar que la efectividad de los plaguicidas pudiese ser reducida.

**Determinación del pH en aguas de ríos y pozos:** las localidades muestreadas en diferentes distritos de la provincia de Los Santos y los valores de pH, aparecen en la tabla 2. El promedio general del pH de las aguas de ríos fue de 8.0 y en pozos de 7.6.

**TABLA 2.**  
Determinación del pH promedio en cinco (5) muestreos por localidad, realizado en aguas de ríos y pozos de la provincia de Los Santos. 2016-2017.

Promedios de pH en ríos		Promedios de pH en pozos	
Tonosí	8.3	La Pasera	7.4
Tebario	7.8	Tablas Abajo	7.7
Sarió	7.3	Tres Quebradas	8.3
La Villa	7.9	Ciénega Larga	7.5
Gato	8.2	Llano Abajo	7.7
Estibaná	8.4	Sabana Grande	7.5
Bajo Güera	8.5	Tonosí Centro	7.5
La Bonita	7.9	Tres Quebrada	7.6
Medias	8.0		7.6

Al comparar los resultados, estos coinciden con los realizados por ANAM (2013 a) y Dalvos (2008). Autores como Vivot et al. (2010), sugieren que el pH óptimo de los plaguicidas como promedio es de cinco (5). Gómez et al. (2006) concluyeron que el pH del agua no afecta la efectividad de los herbicidas en el control de las malezas. No obstante, los resultados de García y Sánchez (2005), indicaron que el pH del agua ejerció marcada influencia sobre la efectividad de glifosato. Según Devkota y Johnson (2016), el agua a pH alcalino o con dureza >200 mg L<sup>-1</sup> tiene el potencial de reducir la eficacia del herbicida glufosinato.

El pH en agua de pozos y ríos se determinó por encima de 7, señalando que no se realizaron ensayos que pudieran arrojar información más precisa. No obstante, el pH podría ser un factor a considerar al momento de realizar una aplicación, tarea que queda pendiente.

**Sólidos disueltos totales SDT:** los promedios de los cinco (5) muestreos de aguas en ríos y pozos de cada uno de los 16 sitios, resultaron con una concentración general promedio de 268 mg/L para pozos y 161 mg/L para ríos (Tabla 3).

**TABLA 3.**  
Valores de SDT en cinco (5) muestreos en aguas de ríos y pozos, en diferentes localidades en la provincia de Los Santos. 2016-2017.

Promedios de SDT en ríos mg/L	Promedios de SDT en pozos mg/L
Tonosí	145 La Pasera 260
Tebario	106 Tablas Abajo 290
Sarió	120 Tres Quebradas 437
La Villa	78 Ciénega Larga 273
Gato	103 Llano Abajo 237
Estibaná	89 Sabana Grande 287
Bajo Güera	109 Tonosí Centro 300
La Bonita	174 Tres Quebrada 339
Medias	161 268

Estos resultados no coinciden con los reportados por ANAM (2013 b), lo que pudiera obedecer a que en nuestra investigación no se incluyeron sitios próximos a las costas en los distritos de Los Santos, Tonosí, Guararé y Las Tablas.

**Conductividad eléctrica CE:** los valores promedios generales obtenidos de conductividad eléctrica para la misma cantidad de muestreos, sitios y número de muestras en el estudio, fueron de 519  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en pozos y de 320  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en ríos (Tabla 4).

**TABLA 4.**  
Comportamiento de la conductividad eléctrica  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en cinco (5) muestreos en aguas de ríos y pozos, en diferentes sitios de la provincia de Los Santos. 2016-2017.

Promedio de conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$ en ríos	Promedio de conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$ en pozos
Tonosí 254	La Pasera 521
Tebario 212	Tablas Abajo 580
Sarió 240	Tres Quebradas 873
La Villa 156	Ciénega Larga 568
Gato 207	Llano Abajo 475
Estibaná 177	Sabana Grande 573
Bajo Güera 219	Tonosí Centro 600
La Bonita 348	Tres Quebrada 679
Medias 320	519

De acuerdo con Dalvos (2008) y Montana State University (2016), cuando la conductividad eléctrica (CE) es menor a 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , parece imposible que la eficiencia de cualquier plaguicida resulte afectada negativamente. Por consiguiente, en esta investigación la CE en determinados sitios en agua de pozo arrojaron valores superiores, por lo que pudiera verse afectada la efectividad de los plaguicidas.

Al comparar los datos entre la CE y los sólidos disueltos totales (SDT), se observó que existe una relación de proporcionalidad, donde a mayor conductividad presente en el agua, mayor son SDT; por lo que los valores

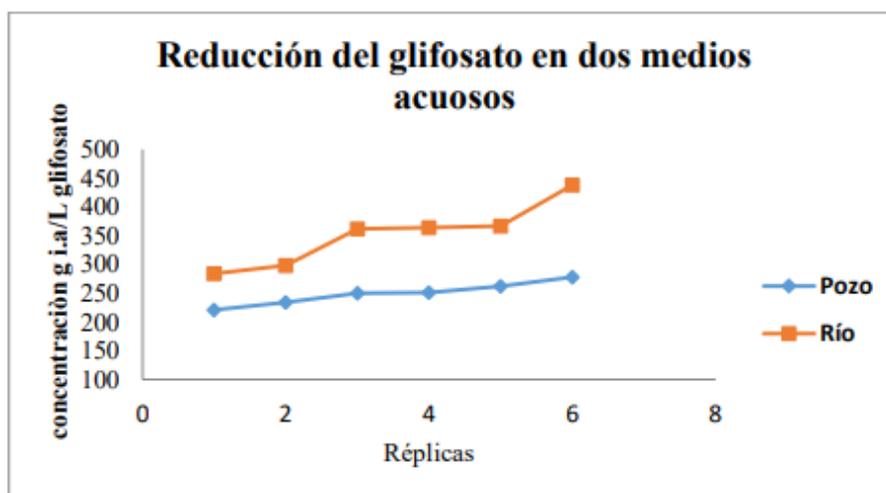
obtenidos no parecen interferir en la efectividad de los plaguicidas. Sin embargo, en las muestras de pozos la CE con valores cercanos o superiores al valor umbral de 500  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , no puede descartarse totalmente como un posible problema.

**Reducción de la concentración del glifosato:** en la tabla 5 y la Figura 5 se presentan los valores de la reducción de la concentración del glifosato, en donde se observa que en agua de pozo la reducción alcanza un 32.4%, mientras que en agua de río un 4.5%. Esas diferencias entre las medias de los tratamientos fueron significativas según la prueba de Student al 5%.

**TABLA 5.**  
Impacto de la dureza del agua en la reducción de la concentración del herbicida glifosato (368 g i.a/L), en dos (2) medios acuosos (agua de pozo y agua blanda), con diferentes concentraciones de dureza. 2016-2017.

Tratamiento con agua dura de pozo		Tratamiento con agua blanda de río	
Dureza g/L	Concentración final glifosato (g i.a/L)	Dureza g/L	Concentración final glifosato (g i.a/L)
239	221	67	284
277	234	46	298
239	250	46	362
576	251	67	364
277	262	77	367
576	278	77	438
	Medias *249 a		*352 b

\*Las medias de los tratamientos con letra distinta difieren entre sí, según la prueba de Student al nivel 5%.



**FIGURA 5.**  
Reducción de la concentración del herbicida glifosato, a diferentes durezas de aguas de ríos y pozos. 2016- 2017.

En los resultados de Allieri y Papa (2008), aseguran que la mala calidad fisicoquímica del agua como vehículo, es un factor capaz de afectar al glifosato en la eficacia del tratamiento. Arróspide (2016) y Vivot et al. (2010) coinciden en que los plaguicidas formulados como sales, glifosato y el 2,4-D amina, son severamente afectados por la presencia de minerales presentes en el agua de pozo. Por lo tanto, las concentraciones de dureza del agua presentes principalmente en el agua de pozo pudiesen comprometer el tratamiento de los herbicidas. Los datos de este estudio y los

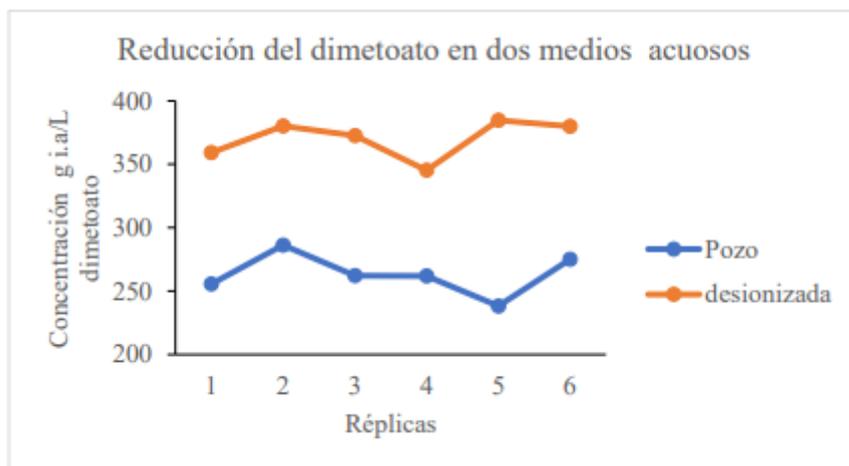
reportados por Leiva (2010), señalan que la dureza del agua puede ocasionar una considerable inactivación del glifosato, incidiendo negativamente en su efectividad.

**Reducción de la concentración del dimetoato:** cuando se comparó la reducción de la concentración del dimetoato, entre las disoluciones preparadas con agua desionizada (dureza cero) y agua de pozo (dureza 239 mg/L), se determinó, una reducción del 34% del ingrediente activo en la disolución preparada con agua de pozo y un 7.4% en agua desionizada (Tabla 6 y Figura 6). Los resultados obtenidos en esta investigación, indican que este insecticida organofosforado es susceptible a la hidrólisis, concordando con lo reportado por Beard y Deer (2001).

**TABLA 6.**  
Impacto de la dureza del agua en la reducción de la concentración del insecticida dimetoato (400 g i.a/L), en dos (2) medios acuosos (agua de pozo y agua desionizada), a dos (2) concentraciones de dureza (239 g/L y cero durezas), 2016-2017.

Tratamiento con agua de pozo		Tratamiento con agua desionizada	
Dureza g /L	Dimetoato concentración Final (g i.a/L)	Dureza g/L agua desionizada	Dimetoato concentración Final (g i.a/L)
239	256	0	359
239	286	0	380
239	262	0	373
239	261	0	345
239	238	0	385
239	275	0	380
	Medias *263 a		*370 b

\*Las medias de los tratamientos con letra distinta difieren entre sí, según la prueba de Student al nivel 5%.



**FIGURA 7.**  
Disminución de la concentración del ingrediente activo del insecticida dimetoato en agua de pozo y agua desionizada.2017-2017.

## CONCLUSIÓN

Se concluye que la dureza presente en el agua utilizada en las aspersiones del herbicida glifosato y el insecticida dimetoato, redujo considerablemente la concentración del ingrediente activo. Los datos generados en este

trabajo, podrían ser utilizados para aplicar correctivos al agua empleada como medio de transporte en la pulverización, pudiéndose lograr controles más eficaces. Además de disminuir de manera importante el número de aplicaciones, impactando positivamente en la economía de los productores, al reducir costos de producción en materia de agroquímicos.

## AGRADECIMIENTOS

Se le agradece a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá por la colaboración y la logística suministrada. Al Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), Dirección Regional de la provincia de Los Santos, por asignar personal técnico, como apoyo a la investigación. Al Director Nacional de Sanidad Vegetal (DNSV) Ing. Darío Gordón. Al Departamento de la Coordinación de Servicios Técnicos de Análisis Químico de la DNSV, Lic. Brenda Checa, Lic. Enilda Coronado y el Lic. Hendrick Fuentes, quienes apoyaron en asesoría y análisis de las muestras en el Laboratorio. Gracias a los ingenieros Cristino Rodríguez, Rubén Sarracín y Juan Pablo Soriano por su tiempo empeñado en la investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allieri, L. A., y Papa, J. C. (2008). Efecto de la dureza del agua sobre la eficacia de distintas formulaciones de glifosato. Mejorar la producción de soja, 39, 90-91. Obtenido de [https://www.agroconsultasonline.com.ar//ticket.html/Agua%20y%20glifosato.pdf?op=d&ticket\\_id=10339&evento\\_id=21463](https://www.agroconsultasonline.com.ar//ticket.html/Agua%20y%20glifosato.pdf?op=d&ticket_id=10339&evento_id=21463)
- ANAM. (2013 a). *Diagnóstico ambiental participativo de la subcuenca del río Estibaná, cuenca del río La Villa*. Panamá: The Lois Berguer Group, INC.
- ANAM. (2013 b). Las aguas subterráneas de la región del arco seco y la importancia de su conservación. Panamá: Novo Art, S.A.
- APHA. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (22 ed.). Washinton, DC: American Public Health Association.
- Arrospide, G. (2016). *Criterios para el uso de aditivos y coadyuvantes*. Canelones: Calister. Obtenido de [http://www.calister.com.uy/wp-content/uploads/2016/06/1311182916Criterios\\_para\\_el\\_uso\\_de\\_Aditivos\\_y\\_Coadyuvantes.pdf](http://www.calister.com.uy/wp-content/uploads/2016/06/1311182916Criterios_para_el_uso_de_Aditivos_y_Coadyuvantes.pdf)
- Beard, R., y Deer, H. (2001). Effect of water pH on the chemical stability of the pesticides. *Cooperative extension*. Obtenido de extension.usu.edu Web site: [https://extension.usu.edu/waterquality/files/ou/Agriculture-and-Water-Quality/Pest/AG\\_Pesticides\\_14.pdf](https://extension.usu.edu/waterquality/files/ou/Agriculture-and-Water-Quality/Pest/AG_Pesticides_14.pdf)
- EPA. (1986). *Quality criteria for water 1986*. Washignton DC: U.S. Government Printing Office Washignton DC 20402
- CASAFE. (2016). *Calidad de agua en las aplicaciones*. Obtenido de Camara de Sanidad Agropecuaria y fertilizantes Web site: <https://www.casafe.org/calidad-de-agua-en-las-aplicaciones/>
- Dalvos, M. (2008). *Uso eficiente del agua en pulverizaciones*. Obtenido de Power Agro Web site: <http://poweragro.com.ar/site/wp-content/uploads/2014/10/Uso-Eficiente-del-Agua-en-Pulverizaciones-Agr%C3%ADcolas.pdf>
- Devkota, P., y Johnson, W.G. (2016). Glufosinate efficacy as influenced by carrier water pH, hardness, foliar fertilizer and ammonium sulfate. *Weed Technology*. Obtenido de Bio One Complete Web site: <https://bioone.org/journals/weed-technology/volume-30/issue-4/WT-D-16-00053.1/Glufosinate-Efficacy-as-Influenced-by-Carrier-Water-pH-Hardness-Foliar/10.1614/WT-D-16-00053.1.short>
- Faccini, D., y Puricelli, E. (2010). Efecto de la dureza del agua y del sulfato de amonio sobre la eficacia de herbicidas de barbecho químico en *Carduus acanthoides* y *Conyza bonariensis*. *Ciencias Agronómicas*, 13-16. Obtenido de Ciencias Agronómicas Web Site: <http://www.cienciasagronomicas.unr.edu.ar/journal/index.php/agronom/article/view/5/10>

- García, I. y Sánchez, M. (2005). Influencia del pH del agua sobre la efectividad de varios herbicidas utilizados en caña de azúcar. *Fitosanidad*, 9, 37-40. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209116189007.pdf>
- Gómez, J. M., Pitty, A. y Miselem, J. M. (2006). Efecto del pH del Agua en la Efectividad de los Herbicidas Glifosato, Fluazifop-p-butil y Bentazon. *Ceiba*, 47(1-2), 19-23. Obtenido de <file:///C:/Users/gabri/Downloads/443-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1369-1-10-20110610.pdf>
- Leiva, P. D. (2010). Consideraciones generales sobre la calidad de agua para pulverización agrícola. Obtenido de <http://sindag.org.br: http://sindag.org.br/wp-content/uploads/2016/11/Consideraciones- generales-sobre-calidad-de-agua-para-pulverizaci%C3%B3n-agr%C3%ADcola.pdf>
- Menéndez, J., González, J. y Prado, R. (1999). Factores que afectan a la eficacia del glifosato. *Agricultura*, 146-149. Obtenido de [file:///C:/Users/gabri/Downloads/Factores\\_que\\_afectan\\_a\\_la\\_eficacia\\_del\\_glifosato.pdf](file:///C:/Users/gabri/Downloads/Factores_que_afectan_a_la_eficacia_del_glifosato.pdf)
- Mercosur. com. (2018). Cómo afecta la calidad de agua a los formulados fitosanitarios. Obtenido de [mercosur.com Web site: https://blog.mercosur.com/calidad-del-agua-fitosanitarios/](https://blog.mercosur.com/calidad-del-agua-fitosanitarios/)
- Metroflor. (2016). Factores que afectan la calidad del agua de uso agrícola. Obtenido de <http://www.metroflorcolombia.com/factores-que-afectan-la-calidad-de-aguas-de-uso-agricola/>
- Montana State University. (2016). Pesticides performance and water quality. Recuperado el 14 de octubre de 2018, de [msuextension.org](http://msuextension.org) Web site: [http://lewisclark.msuextension.org/documents/MSU\\_Pesticide\\_Performance\\_and\\_Water\\_Qual.pdf](http://lewisclark.msuextension.org/documents/MSU_Pesticide_Performance_and_Water_Qual.pdf)
- Papa, J. C. (2004). Evaluación de eficacia de varias formulaciones de glifosato. Obtenido de [Nanopdf.com: https://nanopdf.com/download/t87-efecto-sobre-la-eficacia-de-glifosato-del-empelo-en-calcio-como-vehiculo-par\\_pdf](https://nanopdf.com/download/t87-efecto-sobre-la-eficacia-de-glifosato-del-empelo-en-calcio-como-vehiculo-par_pdf)
- Papa, J. C. (2005). Efecto sobre la eficacia de glifosato del empleo de agua rica en calcio como vehículo para su aplicación ACTIVA PLUS - acondicionador y corrector de aguas. Obtenido de [agrositio Web Site: https://www.agrositio.com.ar/noticia/34407-evaluacion-eficacia-de-varias-formulaciones-de-glifosato](https://www.agrositio.com.ar/noticia/34407-evaluacion-eficacia-de-varias-formulaciones-de-glifosato)
- Purdue University. (2012). Obtenido de [Purdue Agriculture Weed Science: https://ag.purdue.edu/btny/weedscience/documents/water\\_quality.pdf](https://ag.purdue.edu/btny/weedscience/documents/water_quality.pdf)
- Rodríguez, N. M. (2010). Calidad de agua y agroquímicos: agua y herbicida. Obtenido de [https://www.agroconsultasonline.com.ar/ticket.html/Calidad%20de%20Agua%20y%20Agroquímicos%20Nicasio%20Rodríguez.pdf?op=d&ticket\\_id=1713&evento\\_id=3569](https://www.agroconsultasonline.com.ar/ticket.html/Calidad%20de%20Agua%20y%20Agroquímicos%20Nicasio%20Rodríguez.pdf?op=d&ticket_id=1713&evento_id=3569)
- Sprayer 101. (s.f.). Water quality and spray application. Obtenido de <https://sprayers101.com/water-quality-and-spray-application/>
- UAP. (s.f.). Water quality impact on pesticides performance. Obtenido de [http://www.uap.ca/products/documents/UAP\\_ChoiceWeatherMaster\\_WhitePaper8.5x11\\_LoRez.pdf](http://www.uap.ca/products/documents/UAP_ChoiceWeatherMaster_WhitePaper8.5x11_LoRez.pdf)
- Vivot, P. E., Rugna, C. M., Gioco, A. M., Sánchez, C. I., Ormaechea, M. V. y Sequin, C. J. (2010). Calidad del agua subterránea para usos agropecuarios en el departamento Villaguay, Entre Ríos. *AUGMDOMUS*, 1-15. Obtenido de <http://www.acuedi.org/ddata/8389.pdf>