



# APTITUD DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGROPECUARIO: RIEGO Y PREPARACIÓN DE PESTICIDAS

Leonidas Carrasco-Letelier, Andrés Beretta-Blanco,  
Daniel Bassahún, Leticia García, Raquel Musselli,  
Rosario Oten, Deborah Torres, Óscar Torres,  
Guillermo Tellechea.

## INTRODUCCIÓN

La labor de INIA en el tema ambiental en los pasados ocho años ha consistido en el desarrollo y/o la validación de tecnología y, en casos muy puntuales, en el fortalecimiento de la investigación básica, porque esta no presentaba el nivel requerido para el desarrollo tecnológico.

En este marco, la gestión ambiental agropecuaria y las herramientas que requiere para la protección de la ca-

lidad y cantidad del agua disponible ha sido un objetivo permanente del Programa de Producción y Sustentabilidad Ambiental, encontrando como situación común la ausencia de datos históricos de los diferentes cuerpos de agua superficial (ríos) de uso agropecuario.

Por esta razón, muchos ríos del país han sido relevados por primera vez en el marco de estas actividades de investigación. Esto constituye una situación muy extraña, ya que se ha relevado el suelo y su aptitud en el territorio continental (174.179 km<sup>2</sup>); pero nunca la calidad o la



aptitud de los 248.262 km de ríos, lo que ha limitado la gestión y protección del recurso.

El agua es un recurso que directa o indirectamente sustenta nuestra calidad de vida. Esto se puede constatar en su esencialidad en el cultivo de alimentos, en los cultivos que son alimento del ganado e incluso en nuestra estrategia de deposición de residuos domiciliarios o como medio de recreación. Si esta información a la mirada urbana aun no permite comprender lo vital que es tener fuentes de agua dulce en un volumen y calidad adecuados, tal vez baste recordar las consecuencias cuando la protección de la calidad del agua no ha funcionado en algunas cuencas en años recientes.

La existencia de un problema ambiental no es en sí un problema si existe un camino claro y factible para su resolución y prevención. Sin embargo, para tener una tesis adecuada, es necesario tener un diagnóstico adecuado. En el caso de los recursos hídricos superficiales de Uruguay, INIA desarrolló dos relevamientos nacionales en el 2014, en un aporte que contribuyera a generar información de alto interés científico, pero con foco tecnológico. Cabe recordar que el objetivo primario de Charles Darwin y el Beagle nunca fue escribir "El origen de las especies" sino tan solo "lograr un conocimiento exacto del territorio que se deseaba dominar". En este caso, debemos lograr un dominio y conocimiento del recurso agua, en forma similar al logrado con el recurso suelo, al menos en el territorio nacional continental, de lo contrario no será posible asegurar que lo estamos protegiendo y gestionando de una forma adecuada.

En este artículo se presentan resultados del Proyecto INIA Sa27, sobre la calidad de los sistemas fluviales del Uruguay, para poder identificar limitantes tecnológicas y/o la necesidad de reformular la forma de aplicación

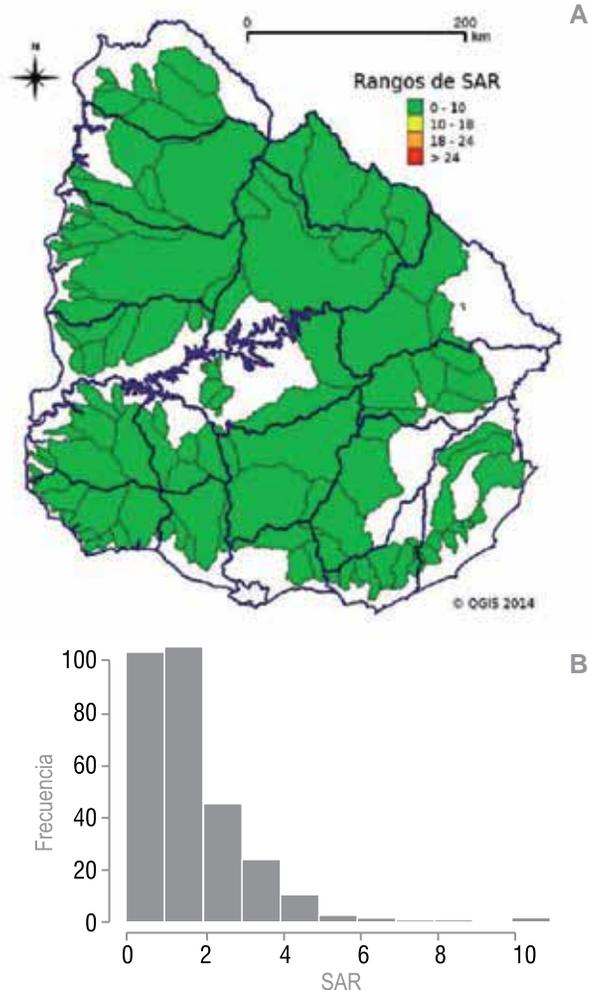
de algunas existentes. En particular, se abordan dos tecnologías en las cuales puede incidir la calidad del agua disponible: riego de cultivos y preparación de fitosanitarios.

## RIEGO Y CALIDAD DEL AGUA

La producción agropecuaria es sin duda una de las actividades económicas más importante del país, tanto por su contribución al PBI como por su generación de divisas. Para mantener esta jerarquía debe lograr una productividad acorde al desarrollo sostenible y gestionar, además, los escenarios extremos que plantea el cambio climático o los eventos climáticos como el Niño y la Niña. Para cumplir con estos objetivos y los de abastecer el incremento de la demanda de alimentos, es necesario pensar en un desarrollo tecnológico común: el riego.

El riego, como cualquier tecnología agropecuaria, presenta ventajas y desventajas. Acerca de las desventajas hay varios aspectos que se deben considerar, siendo la calidad del agua una de las más relevantes por los efectos potenciales sobre la calidad de los suelos. El riego con aguas con altos contenidos de iones como sodio (Na), magnesio (Mg), calcio (Ca) y carbonatos puede generar efectos acumulativos en los suelos, degradando su calidad. El Na es el ión de mayor preocupación, ya que al aumentar su concentración puede dispersar las arcillas del suelo, reduciendo así la capacidad de percolación/infiltración del suelo, la aireación y, por lo tanto, puede perjudicar el desarrollo de los cultivos. El parámetro utilizado para evaluar la calidad del agua de riego es la tasa de absorción de sodio o SAR (abreviación inglesa de sodium absorption ratio), que corresponde al cálculo de  $([Na]/[(Ca+Mg)/2])^{1/2}$ , con las concentraciones expresadas en miliequivalentes. Los valores de SAR inferiores a 10 se categorizan como excelentes; valores entre 10 y 18 como buenos; valores en el rango 18-26 como dudosos; y valores superiores a 26 como inaceptables.





**Figura 1 -** (A) Cuencas hidrográficas estudiadas (polígonos delimitados por líneas grises), calificadas por su nivel de SAR (escala de colores verde a rojo), basado en la evaluación de la calidad del agua en la boca de cada cuenca. (B) Histograma de los valores de SAR de las tres réplicas de 100 muestras de agua subsuperficial de ríos muestreados en noviembre del 2014.

La distribución de las frecuencias de los valores de SAR obtenidos para todas las réplicas de las muestras de agua obtenidas en el muestreo nacional de noviembre de 2014 se presentan en la Figura 1B y su significación en términos territoriales en el mapa de la Figura 1A.

En el 99% de los ríos muestreados los valores de SAR de las aguas presentaron valores considerados de buena calidad para el desarrollo del riego, al ser valores inferiores a 10. Por lo cual sería esperable que el agua de escurrimiento superficial, en el caso de embalsarse, tampoco presente problemas de valores altos de SAR.

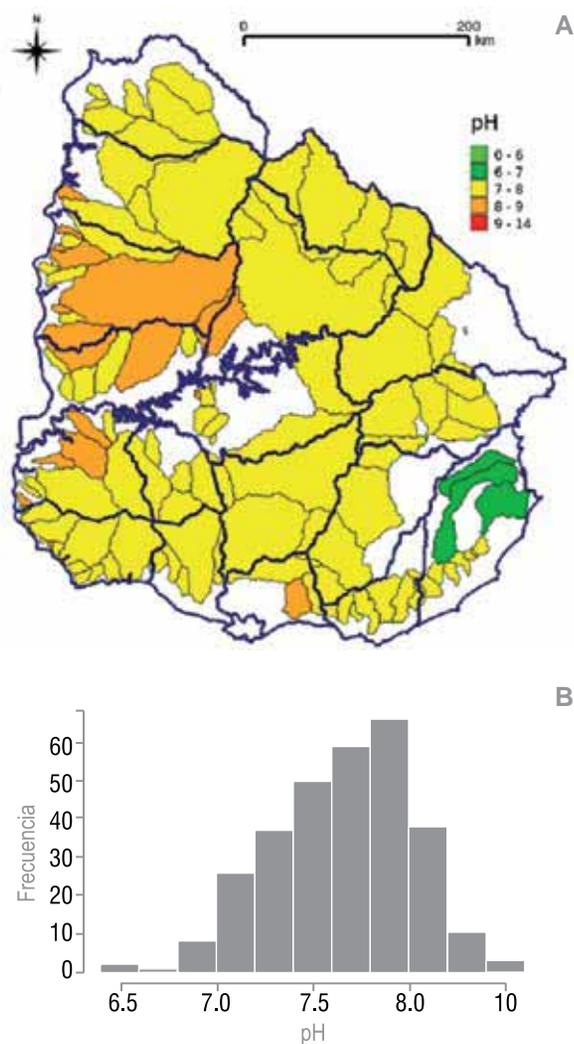
### PESTICIDAS Y CALIDAD DEL AGUA PARA SU PREPARACIÓN

Un segundo asunto relevante del agua en la producción agropecuaria, es su efecto en la vida media y eficiencia

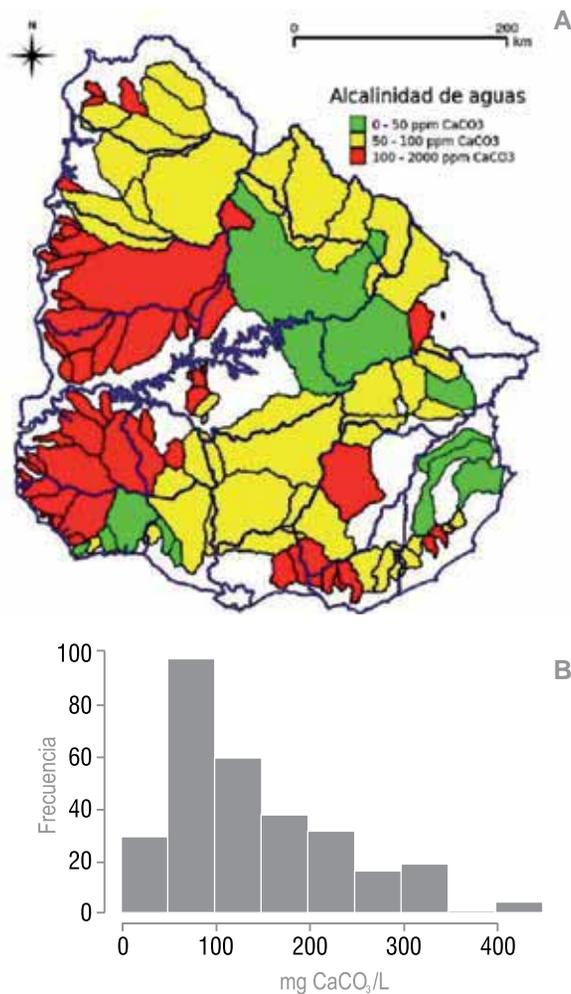
de uso de los agroquímicos (fitosanitarios, productos para baños de ganado, etc.). La mala calidad del agua puede disminuir la eficiencia de los agroquímicos, lo que puede conducir a incrementar las frecuencias de aplicación o las dosis. Estas acciones en definitiva incrementan el riesgo de contaminación ambiental, aumentan la exposición de las personas a estos productos y aumentan los costos de producción.

Las dos variables más relevantes de la calidad del agua para la preparación de pesticidas son el pH y la alcalinidad. También la materia orgánica en suspensión podría revestir interés, en aguas que presenten altos contenidos de la misma y cuando el caldo se prepara con mucha antelación a su dosificación.

En el caso del pH, los valores alcalinos (pH mayor a 7) favorecen un proceso de hidrólisis alcalina, en el caso



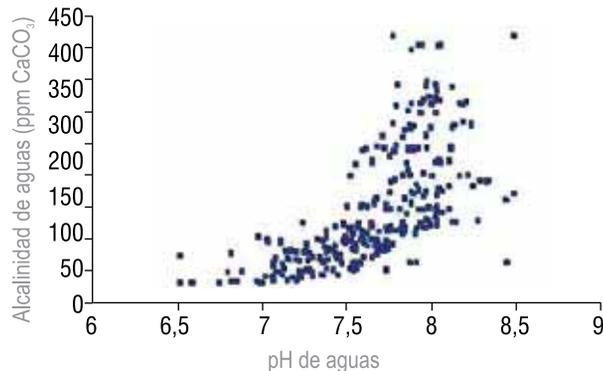
**Figura 2 -** (A) Cuencas hidrográficas estudiadas (polígonos delimitados por líneas grises), calificadas por el pH de las aguas de la boca de cada cuenca. (B) Frecuencia de los valores de pH determinados en la campaña de muestreo de noviembre de 2014.



**Figura 3 -** (A) Cuencas hidrográficas estudiadas (polígonos delimitados por líneas grises), calificadas por la alcalinidad (expresada en mg de CaCO<sub>3</sub>/L) de las aguas de la boca de cada cuenca. (B) Frecuencia de los valores de alcalinidad de aguas, en los 100 cursos de aguas evaluados en noviembre 2014.

de pesticidas como los organofosforados y carbamatos. En aguas con valores ácidos (pH menores a 6) se favorece el proceso de hidrólisis ácida, como el caso de las sulfonilureas. En los procesos de hidrólisis se descomponen los principios activos del producto que deseamos aplicar, por lo cual su eficiencia disminuye.

La alcalinidad expresa el contenido de bicarbonatos y carbonatos presentes en el agua, como miligramos de CaCO<sub>3</sub> por litro (abreviado como ppm). Esta característica del agua es relevante porque puede producir el tapado de boquillas (y consecuentes problemas en el control adecuado de las dosis de aplicación en campo), y también la alteración y precipitación de los principios activos de algunos pesticidas (por ejemplo 2,4-D, dicamba y glifosato). Las aguas en función de este parámetro se clasifican como: blandas (con valores inferior



**Figura 4 -** Relación entre los contenidos de carbonatos y valores de pH.

res a 50 ppm); medianamente duras (en un rango entre 50 y 100 ppm) y duras (con valores entre 100 y 2000 ppm).

En el segundo relevamiento nacional de cuencas del proyecto INIA Sa27, la frecuencia de los valores de pH y su significado en términos territoriales, se presentan en la Figura 2B y 2A respectivamente.

Los valores de alcalinidad, en términos de frecuencia y distribución territorial, se presentan en Figuras 3A y 3B respectivamente.

En base a los resultados obtenidos, puede concluirse que las aguas superficiales presentan un pH alcalino y niveles importantes de carbonatos, por lo cual sería recomendable controlar su calidad, dado que es altamente probable que se favorezca la hidrólisis alcalina y la precipitación de formulados. Al estar la alcalinidad y pH relacionados (Figura 4), es posible controlar ambos con el adición de ácidos o reguladores de pH. El valor de pH al cual llevar el caldo (agua + agroquímico) puede ser averiguado con el proveedor o fabricante del agroquímico. Una vez averiguado el valor puede adicionarse ácido fosfórico, bórico o nítrico, hasta llegar al valor deseado. También existen coadyuvantes que regulan el valor de pH al valor próximo de interés, el que puede corroborarse con tirillas de papel reactivo.

## CONCLUSIONES

Al revisar parte de los resultados logrados en este proyecto, podemos sugerir que hemos avanzado en el conocimiento sobre el territorio que se desea gestionar, y que el mismo se ha logrado traducir en sugerencias tecnológicas concretas (en riego y uso de fitosanitarios) para el desarrollo de una producción agropecuaria sostenible.