



Calidad del agua para la aplicación de fitosanitarios

El esfuerzo de diseño y ejecución de estrategias de agroquímicos queda, en muchas oportunidades, anulado por fallas durante el proceso de aplicación. En este artículo nos concentramos en la calidad del agua, el vehículo que en forma mayoritaria se usa para la aplicación de fitosanitarios.



Calidad del agua para la aplicación de fitosanitarios

Por: Ings. Agrs. Alejo Alonso Galland y Lucas Martín Burzaco

Palabras clave: calidad de agua, pulverización, pH, turbidez, dureza

El manejo de adversidades en los cultivos extensivos se efectúa casi de forma exclusiva con la aplicación de productos fitosanitarios. El buen desempeño de éstos va a depender de varios factores, algunos de los cuales ya hemos presentado en publicaciones anteriores: i) configuración de la pulverizadora, ii) condiciones ambientales, iii) características de las plagas, etc. El presente artículo se enfoca en analizar la calidad de agua entendiendo a ésta como el vehículo de la mayoría de las aplicaciones. Conocer la calidad del agua que se va a utilizar para realizar una aplicación permite tomar ciertas medidas para acondicionarla con el fin de que ésta no afecte el desempeño de los productos utilizados. En determinadas situaciones, la decisión más conveniente puede ser cambiar la fuente de suministro de agua.

La calidad del agua para aplicaciones es determinada por: el pH (acidez/alcalinidad), la salinidad (sólidos disueltos totales y dureza) y la turbidez (materia orgánica y arcillas en suspensión). La eficacia y la estabilidad de los productos fitosanitarios se ve afectada por estos parámetros.

pH del agua

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia. Se mide sobre una escala del 0 al 14, siendo 0 muy ácido, 7 neutro y 14 muy alcalino. Los productos tienen rangos óptimos de pH (ver tabla 1); fuera de estos valores, la eficacia del producto se ve reducida por hidrólisis del principio activo (se degrada). La mayoría de los productos se hidroliza por alcalinidad (pH superiores a 7). Como se observa en la tabla 1, la mayor cantidad de fitosanitarios trabaja en un rango óptimo de pH entre 4 y 6. Por otra parte, la vida media es el tiempo que demora en degradarse el 50% de un principio activo, y este tiempo cambia en base al pH. En

la tabla 2 se puede observar la estabilidad de diferentes productos a determinados pH. Este parámetro nos da una idea de lo comprometido que, muchas veces, es retrasarse en las aplicaciones una vez que se ha preparado el caldo, o dejar el tanque de la máquina cargado con productos para realizar una aplicación al día siguiente.

Tabla 1: pH por óptimo por grupo de fitosanitario (adaptado de Puricelli y March, 2014)

Producto	pH óptimo	Comentarios
Herbicidas	4 – 6	Sulfonilureas pHÓp. = 7, se degradan a pH < 5.
Insecticidas	5 – 6	Organofosforados y piretroides muy sensibles a hidrólisis alcalina.
Fungicidas	5	Baja estabilidad a pH > 8.

Tabla 2: Vida media de los principios activos a diferentes pH (Sarubbi 2010)

Producto	pH	Vida media
Triclorfon	6	3,7 días
	8	63 minutos
Clorpirifós	7	5 días
	8	36 horas
Carbaryl	6	100 días
	9	24 horas
Cipermetrina	9	Pierde 45% cc. en 2 horas
	9	Pierde 90% cc. en 24 horas

Sales en solución

El tipo y la cantidad de sales disueltas en el agua también tienen gran relevancia. Éstas pueden interferir con las moléculas de los productos y, como consecuencia, generar i) una inactivación parcial de las moléculas y/o ii) una menor absorción foliar.



Los principales elementos que se pueden encontrar disueltos en el agua son: cationes como calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}) y sodio (Na^+), y aniones como sulfato (SO_4^{2-}), cloruro (Cl^-) y bicarbonato (HCO_3^-). Otros elementos que se encuentran, pero en menores concentraciones, son K^+ , Fe^{2+} , Fe^{3+} , NO_3^- .

El total de sólidos disueltos (TSD) es la medida de concentración total de iones en solución, y se expresa en partes por millón (ppm). Una manera sencilla de determinar la medida del TSD es a través de la conductividad eléctrica (CE). El valor de CE es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos, por lo tanto a mayor TSD mayor CE. La CE se expresa en $\mu\text{S}/\text{cm}$, y como regla general aguas con valores menores a $500 \mu\text{S}/\text{cm}$ se consideran adecuadas.

La dureza del agua es la medida de la concentración de los dos iones más importantes: Ca^{2+} y Mg^{2+} . Se expresa como equivalente de carbonato de calcio (CaCO_3) en mg/l (o ppm). La clasificación de la dureza del agua según el valor de CaCO_3 en ppm se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Clasificación de dureza del agua (Jalil Maluf, 2014)

CaCO_3 (ppm)	Tipo de Agua
0 – 60	Blanda
61 – 120	Moderadamente dura
121 – 180	Dura
> 180	Muy dura

Las aguas duras afectan el desempeño de los herbicidas de reacción ácida débil formulados como sales, como por ejemplo: 2,4 D amina, 2,4 DB amina, MCPA, glifosato, imazetapir, dicamba. Los productos, al ser agregados al agua, se disuelven y reaccionan con los cationes Ca^{2+} y Mg^{2+} , pudiendo precipitar o formar complejos, lo cual reduce la absorción del herbicida a través del follaje.

Por medio de una fórmula que se ha realizado para el glifosato, podemos prever el porcentaje de inactivación con anterioridad, conociendo la dureza del agua y el volumen de aplicación que se utilizará (Villaseca, 1988 citado por Arrospide, 2004):

$$\text{Inactivación (\%)} = (\text{Vol. aplicación (l/ha)} * \text{Dureza (ppm CaCO}_3) * 0,00047) / \text{Dosis sal glifosato (kg/ha)}$$

De esta fórmula se puede concluir que la inactivación del glifosato depende no sólo de la dureza del agua sino también del volumen de agua utilizado (l/ha), y la dosis de glifosato. Por lo tanto, para reducir la inactivación se podría bajar el volumen de aplicación o bien subir la dosis de glifosato.

En presencia de aguas duras, además de la inactivación de productos, también puede comprometerse la compatibilidad entre éstos.

Turbidez

También la limpieza del agua a utilizar para el caldo de aplicación tiene suma importancia. Las aguas turbias, en las que se observa la falta de transparencia, poseen partículas en suspensión de limos, arcillas y materia orgánica. Éstas, debido a sus cargas negativas, se adsorben a los herbicidas produciendo también su inactivación.

Los productos presentan distinto comportamiento y susceptibilidad frente a la turbidez. Un parámetro que lo refleja es el coeficiente de adsorción de carbono orgánico (Koc). Esta medida representa en qué nivel será retenido el producto por las partículas de arcilla, limo o materia orgánica que generan la turbidez. A mayores valores de Koc, mayor será la retención y por ende menor actividad tendrá el producto. Herbicidas con altos valores de Koc se ven afectados en presencia de aguas turbias. Esto ocurre con herbicidas como el paraquat o el glifosato, cuya actividad se reduce cuando se los emplea con aguas turbias. Por el



contrario, y a modo de ejemplo, productos de bajo Koc como 2,4 D, dicamba o atrazina resultan menos susceptibles a la turbidez (ver tabla 4).

Tabla 4: Clasificación de productos por su Koc y susceptibilidad a turbidez (Jalil Maluf, 2014)

Susceptibilidad a turbidez	Producto	Valor Koc
Bajo	Dicamba	2-10
	Atrazina	100
	2,4-d	120
Medio	Fluazifop	6,700
Alto	Glifosato	2,400
Muy Alto	Paraquat	300,000

Además del problema de inactivación que pueden causar aguas que no se encuentren con la limpieza adecuada, también pueden obstruir los filtros y las pastillas de las máquinas pulverizadoras, afectando la uniformidad de la aplicación.

Recomendaciones

Conocer la calidad de agua a utilizar a través de un análisis químico nos permitirá tomar las medidas correspondientes y, de esta forma, evitar fallas en los tratamientos. Existen instrumentos para analizar el agua in situ que nos brindan elementos para escoger entre distintos tanques mientras que, si se desea mayor precisión, podremos enviar las muestras a un laboratorio. Varias empresas que comercializan coadyuvantes acondicionadores de aguas los realizan sin costo alguno. Las muestras se deben tomar dos veces en el año (invierno y verano). Es importante tomar la muestra desde donde se va a tomar el agua para aplicar. Es decir, si la pulverizadora tomará agua del tanque no tomar la muestra de la boca del molino.

Cuando el uso de correctores resulte necesario, siempre se debe acondicionar el agua con el agregado de coadyuvantes (correctores de pH y/o secuestrantes) en el tanque de la pul-

verizadora **antes** de agregar los productos fitosanitarios. Como se puede observar en la tabla 1, el pH óptimo para la gran mayoría de los principios activos se encuentra entre 4 y 6. Por lo tanto, llevarlo a 5 sería lo más prudente, ya que por debajo de este valor las sulfonilureas se ven afectadas.

En el caso de aguas duras, se podría considerar las 150 ppm como el valor de dureza (ppm CaCo₃) a partir del cual tiene sentido corregir. La dosis de corrector de pH o de secuestrante a utilizar debe ser consultada en el marbete de los productos, ya que va a depender de las características del agua analizada.

El tiempo que debe mediar entre la preparación del caldo y su aplicación debe ser el menor posible. En caso de que se deba interrumpir la aplicación sin haber terminado el caldo, se debe acidificarlo con correctores de pH, llevándolo al rango de pH óptimo, para que los productos que lo componen se degraden lo menos posible.

Las aguas turbias no deberían ser utilizadas para pulverizaciones. En estos casos se puede i) renovar el agua estancada y re-analizarla en busca de mejoras en los parámetros, ii) buscar fuentes alternativas o iii) llevar tanques de apoyo.

Bibliografía

- Arrospide, G. 2004. Criterios para el uso de aditivos y coadyuvantes. Calister S.A., 12 p.
- Jalil Maluf, E. 2014. Aplicaciones agrícolas de calidad y uso de coadyuvantes de última generación. Gota protegida. Rizobacter. 83 p.
- Puricelli, E. y March, H.D. 2014. Formulación de Productos Fitosanitarios para Sanidad Vegetal. Editorial Rosario, 93-110 p.