

## **Efecto del pH sobre la estabilidad de los pesticidas y su eficacia**



¿Alguna vez un productor ha ido a decirle que el insecticida que Ud. Le vendió o le aplicó para él, no hizo un buen trabajo controlando los insectos? Usted probablemente le atribuyó la reducción del control tanto a una mala partida del producto como a una pobre aplicación o a una resistencia de la plaga o quizá el productor ni siquiera sabía sobre lo que estaba hablando. Pero, ¿cuántos de ustedes han medido alguna vez el pH del agua antes de mezclar el insecticida?

Si lee atentamente la etiqueta del pesticida, es muy probable que encuentre una advertencia contra la mezcla del mismo con materiales alcalinos, tales como óxido de calcio o polisulfuro de calcio, La razón de esto es que muchos pesticidas, particularmente los organofosforados y los carbamatos, atraviesan una reacción química en presencia de componentes alcalinos que destruyen su efectividad. Esta reacción es llamada hidrólisis alcalina y ocurre cuando el pesticida es mezclado con agua alcalina (con un pH mayor a 7). A mayor alcalinidad del agua, más rápido se desvanece la efectividad de los mismos.

Se ha mostrado recientemente, que en algunas áreas de Estados Unidos las fuentes de agua tienen la alcalinidad natural suficiente como para causar la hidrólisis de ciertos pesticidas. Esto significa que un pesticida puede comenzar a colapsar tan pronto como se ha agregado al tanque. En términos prácticos, el grado de control de la plaga puede ser a veces menor que la deseada y aún no existir control, porque una cierta cantidad de ingrediente activo se descompone a una forma inocua antes de que alcance la planta y la plaga. Y si la mezcla en el tanque permanece varias horas o toda la noche antes de ser aplicada, tanto como el 50% ó más de ingrediente activo puede ser descompuesto.

### **Química de la Hidrólisis Alcalina**

Para entender mejor el fenómeno de la hidrólisis alcalina, echemos un vistazo a la química usando los insecticidas organofosforados como ejemplo.

El átomo del fósforo divide el compuesto en dos partes. Los insecticidas organofosforados son efectivos cuando las dos partes del químico están juntas. Cuando las partes están separadas los organofosforados son generalmente inocuos.

Como Ud. ya sabe, el agua está hecha de dos partes de hidrógeno (H) y una de oxígeno (O) (H<sub>2</sub>O).

También encontrará las partículas cargadas o iones en el agua; ambos, H<sup>+</sup> y HO<sup>-</sup>, y dependiendo de donde provenga el agua, puede haber una abundancia tanto de H<sup>+</sup> como de iones HO<sup>-</sup>. A mayor cantidad de H<sup>+</sup> en el agua, mayor la acidez; cuanto más HO<sup>-</sup>, mayor alcalinidad.

Esto puede parecer demasiado elemental, pero siento que es necesario para comprender la química del agua en función de la hidrólisis alcalina.

El ión oxidrilo (HO<sup>-</sup>) reacciona rápidamente con la molécula de fósforo, dividiéndola en dos partes. A mayor alcalinidad del agua (mayor presencia de OH<sup>-</sup>), más rápida será la pérdida de producto. Esto es lo que sucede a la mayoría de los organofosforados y carbamatos en presencia de agua alcalina, el grado de destrucción varía de acuerdo a

la alcalinidad y la temperatura del agua y el tiempo en que la mezcla permanece en el tanque.

### ***¿Qué pesticidas son afectados por la alcalinidad del agua?***

Aunque hay un gran tipo de variaciones, en general encontramos que los insecticidas son afectados más severamente que los herbicidas y fungicidas. Y encontramos además que los organofosforados y los carbamatos se descomponen mucho más rápido que los clorados.

Algunos fabricantes proveen información sobre el nivel a los que sus productos se hidrolizan. Este nivel se expresa generalmente en "vida media" o "el tiempo en que le lleva para que se hidrolice el 50%".

Con triclorfon, por ejemplo, el tiempo para que ocurra el 50% de la hidrólisis a pH 8.0 es 63 minutos; a pH 7.0 ocurre en 386 minutos y a pH 6.0, 80 horas.

Esto significa que si el pH de su agua es 8.0 y pasa una hora desde que agregó el insecticida al tanque y lo aplicó, el 50% de la materia activa ya está descompuesta. Pero si el agua tiene un pH 6.0, no perderá una cantidad significativa durante la aplicación.

Veamos otros ejemplos:

<b>Carbaryl (Sevin)</b>		<b>Imidan</b>	
<b>pH</b>	<b>Vida Media (20° c)</b>	<b>pH</b>	<b>Vida Media (20° C)</b>
6.0	100-150 días	4.0	15 días
7.0	24-30 días	7.0	1 día
8.0	2-3 días	8.3	4 horas
9.0	1 día	10.0	1 minuto

### ***Baje el pH en su tanque de aplicación***

Si su fuente de agua es alcalina, especialmente si el pH es 8 o más, y está usando un pesticida sensible a la hidrólisis, debería bajar el pH del agua. Un pH en un rango de 4-6 es el recomendado para la mayoría de las aplicaciones de pesticidas. Puede llevar el agua a un pH entre 4 y 6 usando alguno de los coadyuvantes que se venden como agentes búffer.

Una pregunta que se realiza siempre es si la acidificación incrementa la acción residual del pesticida en la planta, afectando de tal manera aquellos factores como tiempo de carencia e intervalos de pre-cosecha. Tests sobre residuos en follaje fumigados con paratión acidificado y no acidificado no han mostrado ninguna diferencia sobre el grado de degradación del paratión. Esto debería esperarse ya que el pH del follaje ronda el valor de 7.0

Hay algunos pocos pesticidas que no debería acidificarse bajo ninguna circunstancia. Mezclas conteniendo fungicidas a partir de cobre (incluyendo caldo bordelés, óxido de cobre, sulfato de cobre, hidróxido de cobre, etc.) y óxido de calcio y polisulfuro de calcio no deberían ser acidificados. Pero, si el marbete indica evitar materiales alcalinos, hay muchas posibilidades de que la mezcla se vea beneficiada ajustando el pH a 6 ó menos.

El mayor beneficio sobre la acidificación es obtenido durante el tiempo en que el pesticida está en el tanque; esto es, desde que el pesticida es agregado en el tanque hasta que es aplicado sobre el follaje.

Si su fuente de agua es alcalina, agregando un agente búffer a la mezcla es una manera fácil y económica de garantizar los máximos resultados de sus aplicaciones.

***Bibliografía***

- Winand K. Hock - Extensión Pesticides Specialist - Penn State University
- 2000 Ohio Vegetable Production Guide - Bulletin 672-00, Handling Pesticides

### Vida media de drogas a distintos pH

Droga	Clase	pH óptimo	Alcalino (pH 8-9)	Neutro (pH 7)	Acido (pH 4-6)
Permetrina	Piretroide	4	Inestable	Estable	Estable
Dimetoato	Organofosforado	4	48 minutos	12 horas	21 horas
Cipermetrina	Piretroide	4	35 horas	Estable	Estable
Diazinon	Organofosforado	7	3 semanas	10 semanas	2 semanas
Naled (1)	Organofosforado	5	48 horas	Estable	Estable
Disulfoton	Organofosforado	5	7 horas	32 horas	60 horas
Monocrotofos	Organofosforado	6	No disponible	23 días	No disponible
Carbofuran	Carbamato	5	3 días	8 semanas	Estable
Azinfos metil	Organofosforado	5,5	12 horas	10 días	17 días
Fosmet	Organofosforado	5	4 horas	12 horas	13 días
Metamidofos	Organofosforado	5,5	3 días	27 días	309 días
Clorpirifos	Organofosforado	5	36 horas	50 días	Estable
Malation	Organofosforado	5	5 horas	3 días	8 días
Carbaryl	Carbamato	7	24 horas	24 días	100 días
Forato	Organofosforado	6	Inestable	Estable	Estable
Endosulfán (2)	Ester Cíc. Del Ac.	6,5	1 día	5 semanas	5 meses
Triclorfon	Organofosforado	5	6 minutos	6 horas	4 días
Oxamyl (3)	Carbamato	5	30 horas	No disponible	Estable
Fosfamidon	Organofosforado	5	30 horas	13 días	74 días
Formetanato	Carbamato	5	3 horas	14 horas	17 días
Dicofol (4)	Carbinol	5	15 minutos	5 días	Estable
Propargite (5)	Sulfito	6	1 día	No disponible	331 días
Captan	Dicarboximida	5	2 minutos	8 horas	32 horas

(1) Se hidroliza 90-100% en 48 horas en condiciones alcalinas

(2) Pierde el 70% después de una semana a pH 7,3-8,0

(3) Estable a pH 4,7. Pierde el 45% después de 24 horas a pH 9,1

(4) a pH 5,0 no se degrada después de 20 días

(5) a pH 3,0 17 días

**pH óptimo de los herbicidas más utilizados**

<b>Droga</b>	<b>Clase</b>	<b>pH</b>	<b>Observaciones</b>
Alaclor	Acetanilida	5	Afectado por aguas alcalinas
Ametrina	Triazina	6	-
Asulam	Carbamato	6	No actúa con pH mayor a 8,0
Atrazina	Triazina	6	Se descompone lentamente en soluciones alcalinas
Bentazón	Diazina	7	Resistente a la hidrólisis en soluciones alcalinas y ácidas medias
Bromacil + Diuron	Diazina + urea	7	Estable a pH neutro
Bromoxinil	Benzonitrilo	6	Sujeto a la hidrólisis con pH mayor a 7,0
Dicamba	Derivado Benzoico	5	Estable con pH entre 5,0 y 6,0
Difenzoquat	Amonio cuaternario	5	Se descompone totalmente en soluciones alcalinas
Diquat	Bipiridilo	5	Estable en soluc. ácidas. Se descompone lentamente en sol. alcalinas.
Diuron	Urea sustituida	7	Estable a pH neutro
Fenmedifan	Carbamato	6	Se hidroliza en condiciones alcalinas
Fluazifop p butil	Ariloxifenoxi prop	6,5	Se hidroliza rápidamente en soluciones alcalinas
Glifosato	Fosfito	3,5	Optima efectividad a pH 3,5
Glufosinato	Der. Del ác. Fosfínico	7	Estable
Imazapir	Imidazolinona	6	Estable a pH neutro. Se descompone rápidamente en soluciones alcalinas
Linuron	Urea sustituida	7	Estable a pH neutro
Metabentiazuron	Derivado de la urea	6,5	Poco estable en soluciones ácidas o alcalinas
Metribuzin	Triazina	7	Estable en soluciones ácidas y alcalinas
Oxifluorfen	Difenil Eter	6,5	Estable en soluciones de pH neutro
Paraquat	Bipiridilo	5	Inestable en condiciones alcalinas
Picloram	Der. De la piridina	-	Estable en soluciones alcalinas
Propanil	Amida	7	Se hidroliza en soluciones alcalinas y ácidas medias
Terbutrina	Triazina	6	-

### Vida media de fungicidas a distintos pH

<b>Droga</b>	<b>Clase</b>	<b>pH óptimo</b>	<b>Observaciones</b>
Benalaxyl	Acilalanina	5	Estable en sol. ácidas
Benomil	Bencimidazol	5	pH 7: 12 min. pH 6: 6 hs. pH 5,6: 30 hs.
Captan	Dicarboximida	5	pH 10: 12 min. pH 7: 8 hs. pH 5: 32 hs.
Carbendazín	Bencimidazol	6,0-7,0	Se descompone en condiciones alcalinas
Clorotalonil	Bencenoderivado	5	pH 7: 12 min. pH 6: 6,8 hs.
Fenarimol	Pirimidina	-	No lo afecta el pH
Fosetyl - Aluminio	Fosfito metálico	7	Se descompone en sol. ácidas fuertes y alcalinas
Guazatine	Guanidina	6	Inestable en sol. alcalinas
Iprodione	Dicarboximida	6	Se descompone rápidamente con pH > 8
Kasugamicina	Antibiótico	7	Estable
Mancozeb	Ditiocarbamato	5	pH 9: 34 hs. pH 7: 17 hs. pH 5: 20 días
Maneb	Ditiocarbamato	5,5	-
Metalaxil	Acilalanina	5,0-6,0	Estable en sol. neutras y levemente ácidas
Oxicloruro de Cobre	Inorgánico	7	Muy estable en pH neutro
Propiconazole	Triazol	5,0-6,0	Estable en sol. neutras y levemente ácidas
Propineb	Ditiocarbamato	7	Inestable en sol. fuertemente alcalinas o ácidas
Tebuconazole	Triazol	7	Muy estable con pH entre 4 y 9
Triadimefon	Triazol	5	Estable en pH entre 4 y 5
Tridemorf	Triazol	7	Estable
Triforine	Foramida	5	Estable en pH entre 4 y 5