

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Efecto de tres reguladores de pH en la efectividad de
Paraquat y Glifosato**

Tesis presentada como requisito parcial
para optar al título de Ingeniera Agrónoma
en el grado académico de Licenciatura.

Presentado por:

Amanda Bustamante Espinosa

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

La autora concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Amanda Bustamante Espinosa

Honduras
Diciembre, 2007

Efecto de tres reguladores de pH en la efectividad de Paraquat y Glifosato

Presentado por:

Amanda Bustamante Espinosa

Aprobada

Abelino Pitty, Ph.D.
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Director de la Carrera de
Ciencia y Producción Agropecuaria

Ulises Barahona, Ing. Agr.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Abelino Pitty, Ph.D.
Coordinador de Fitotecnia

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A mis padres Rocío y Marco que me permitieron cumplir una de mis metas, a mis hermanos Marco Santiago y Max Dennis que me apoyaron en todo momento y a todas las personas que creyeron en mí durante los cuatro años en el Zamorano, que se mantuvieron allí y fueron un apoyo en mi carrera. Gracias.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Rocío y Marco, por apoyarme en toda mi formación académica.

A mis hermanos, Marco Santiago y Max Dennis, por apoyarme en todo momento y estar siempre pendientes de mí.

A todos mis primos que a pesar de la distancia me apoyaron estos cuatro años con su cariño y comprensión, en especial a José Pardo, Gladis León, Sayda Orellana y Carmita Pardo.

Al Ing. Pablo Frydlender por brindarme su amistad y compartir conmigo todos sus conocimientos y experiencia laboral durante mi pasantía en Israel.

Al Dr. Abelino Pitty por brindarme su ayuda, confianza e instruirme con lecciones técnicas para la realización de este estudio y para mi vida profesional.

Al Ing. Ulises Barahona por ofrecerme su ayuda y colaborar con la realización de este estudio y mi formación profesional.

A la Ing. Rosa Amada Zelaya por brindarme su amistad, consejos y ser de gran apoyo en estos años. Gracia Inge.

A todos mis amigos que han estado siempre a mi lado y que a pesar de cualquier circunstancia la amistad ha salido triunfante, en especial a mis mejores amigos, Toa Castillo, Gaby Pesantez, Francisco Morejon, Marcelino Guachambala, Jessica Valverde, Linda Méndez, Nelson Bravo y Lucía Orantes por brindarme su amistad y por haber compartido conmigo momentos de alegría y darme ánimos para poder culminar mis estudios.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A mis padres por su gran esfuerzo y sacrificio por financiar mis estudios en Zamorano.

A la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano por su ayuda económica parcial durante mis dos primeros años de estudio.

RESUMEN

Bustamante Espinosa A. 2007. Efecto de tres reguladores de pH en la efectividad de Paraquat y Glifosato. Proyecto especial de graduación para el programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 15 p.

La efectividad de un herbicida depende de la calidad del agua con que se aplique. Existen un gran número de productos reguladores de pH que se ofrecen para mejorar la efectividad de los herbicidas. Este estudio pretendió determinar el efecto de tres reguladores de pH sobre la efectividad de Paraquat y Glifosato. Se realizó en zona dos del área de horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. Se realizaron dos experimentos del efecto de los reguladores de pH sobre: Paraquat (Gramoxone Super 20 EC[®]) y la sal monoamónica de Glifosato (Roundup Max 68 SG[®]). Para los dos experimentos se utilizaron tres reguladores de pH (pH+, pH Master y Sinercid Buffer) y dos dosis de herbicida (dosis recomendada por el fabricante y 25% menos de la dosis recomendada) más dos testigos relativos, para un total de ocho tratamientos por experimento. Cada tratamiento fue aplicado en parcelas de 4 × 8 m. Para cada experimento se realizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con cuatro repeticiones. El agua utilizada en este estudio provino de una laguna situada en zona dos. Para el experimento de Paraquat se utilizó un pH promedio del agua de 6.19 y para el experimento de Glifosato se utilizó un pH promedio del agua de 5.62. Con Paraquat se utilizaron dosis de 500 y 375 g i.a./ha, se encontró que no existe diferencia entre los tratamientos ($\alpha > 0.05$), y que adicionar el herbicida y el regulador de pH baja el pH del agua a niveles entre 3.01 y 4.70. Con Glifosato se utilizaron dosis de 896 y 672 g i.a./ha (ae) se encontró que no hubo efecto del regulador de pH sobre el control de malezas, al adicionar el herbicida se mantiene el pH del agua entre 5.92 y 5.94 mientras que al adicionar el regulador baja el pH del agua entre 2.33 y 3.38. El uso de pH+, Sinercid Buffer y pH Master no aumenta la efectividad de los herbicidas Paraquat ni Glifosato, pero sí los costos.

Palabras clave: Agua, herbicida, Sinercid Buffer, pH+, pH Master.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Hoja de firmas.....	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Agradecimientos a patrocinadores	vi
Resumen.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de anexos.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
CONCLUSIONES.....	11
RECOMENDACIONES.....	12
LITERATURA CITADA.....	13
ANEXOS.....	15

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. pH promedio del agua usada y dosis de los herbicidas utilizados	5
2. Porcentaje de control de malezas con Paraquat (Gramoxone Super 20 EC [®]).....	8
3. Cambios de pH al agregar el regulador de pH (sin) y después de agregar el regulador más Paraquat (con) (Gramoxone Super 20 EC [®]) a un pH inicial promedio del agua de 6.19.....	8
4. Porcentaje de control de malezas con Glifosato (Roundup Max 68 SG [®])....	9
5. Cambios de pH al agregar el regulador de pH (sin) y después de agregar el regulador más Glifosato (con) (Roundup Max 68 SG [®]) a un pH inicial promedio del agua de 5.62.....	10

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Ubicación de tratamientos para los ensayos realizados y área del terreno utilizado.....	15
2. Código de parcelas para el ensayo de paraquat.....	16
3. Código de parcelas para el ensayo de Glifosato.....	16
4. Cambios de pH al agregar Glifosato y paraquat en el agua potable y en el agua de laguna (Zona II).....	16
5. Costo de reguladores de pH.....	17

INTRODUCCIÓN

El éxito del control de las malezas mediante herbicidas no depende únicamente del producto en sí; existen otros factores de igual importancia que en muchas ocasiones no son tenidos en cuenta (CIAT 1981).

La mayoría de los herbicidas son aplicados utilizando agua como vehículo, por lo tanto, la calidad de agua empleada es un factor de fundamental importancia. El uso de aguas calcáreas o ferruginosas puede afectar la solubilidad del herbicida causando su sedimentación; esta situación se presenta con aquellos productos cuya parte activa contiene radicales ácidos (CIAT 1981).

La limpieza del agua, la presencia de minerales y el pH son los aspectos más importantes en la determinación de su calidad. A través del análisis del agua se puede conocer cuál es su aptitud para ser empleada como vehículos en tratamientos con herbicidas y, si es necesario tomar alguna medida para su corrección; dentro de éstas, el uso de correctores químicos de calidad de agua es una técnica muy difundida (Rodríguez s.f.).

El efecto del pH de la solución sobre la absorción del herbicida por la planta no está aún bien definido. En teoría, los herbicidas ácidos débiles penetran mejor las superficies foliares que en una forma neutral. Cuando el pH de la solución pulverizada se incrementa, más cantidad de moléculas del herbicida ácido débil se tornan ionizadas o con cargas reduciendo potencialmente su absorción por la planta (Rodríguez s.f.).

Hay diferentes productos en el mercado para regular el pH de la solución a su nivel óptimo, la mayoría de estos productos son agentes coadyuvantes, que gracias a su acción acidificante y buffer logran mantener un rango deseado de pH. Estos productos impiden la hidrólisis alcalina y actúan como secuestrante de cationes que eliminan la interferencia negativa de las sales (Intrakam 2007). Sin embargo, las casas comerciales que los venden de estos reguladores de pH no brindan la suficiente información que garantice su uso.

En la literatura se ha encontrado información sobre estudios realizados bajo condiciones controladas por ejemplo midiendo la actividad biológica de nicosulfuron con adyuvantes de silicona y reguladores de pH (Green 2003), además de estudios realizados tomando otros parámetros, por ejemplo corrección de agua dura en el comportamiento de los herbicidas bentazon, clorimuron, acifluorfen, flumetsulan, glifosato y paraquat (Constantino y Mitidieri 1997) y efecto del pH del agua en la efectividad de los herbicidas glifosato, fluazifop y bentazon (Gómez 2006).

Herbicidas. Los herbicidas de contacto son aquellos que matan a las partes de los vegetales con los cuales entran en contacto, por lo general, el efecto que ocasionan es agudo, y la planta muere rápidamente poco después de ser tratada. Los herbicidas sistémicos poseen movimiento (translocación) y ejercen su acción en puntos diferentes de donde fueron aplicados, ocasionan desorganización del funcionamiento normal (Gómez 1993).

Los herbicidas hay que usarlos en los cultivos a los cuales tengan selectividad y dentro del rango de dosis señalado en la etiqueta. Si se aplica menos de la dosis requerida no se controlan las malezas. Si se aplica una dosis muy alta, se puede dañar el cultivo actual o tener problemas de residualidad con el cultivo siguiente (Pitty 1995).

Para lograr que los herbicidas penetren en la planta y que su savia los traslade a las partes más vulnerables, se requieren ciertas condiciones: alta fertilidad del suelo, dosis correcta, temperatura óptima, humedad y luminosidad adecuada que contribuyan al normal desarrollo de la planta (Sceglia 1980).

La penetración de herbicidas de translocación tiene una relación con su concentración. A concentraciones altas, los herbicidas pueden causar daño fisiológico más rápidamente, perjudicando el nivel normal de absorción y translocación (Rao 2000).

Paraquat. Es un herbicida de contacto no selectivo. Controla malezas de hojas anchas y angostas, anuales y acuáticas (Gómez 1993). Actúa destruyendo las membranas celulares ya que sus moléculas son aceptores de electrones en la fotosíntesis además son fotodinámicas o sea que convierten oxígeno a oxígeno singulete cuando se excitan por la absorción de luz (Pitty 1995).

Este herbicida se absorbe rápidamente por el follaje y no tienen actividad biológica al caer al suelo. Casi no hay translocación cuando hay luz, ya que el daño a las células es casi inmediato. Sin embargo, cantidades pequeñas se translocan cuando hay un periodo de oscuridad después de la aplicación del herbicida (Pitty 1995). No actúa sobre partes vegetales sin clorofila, por lo que no afecta los troncos de los frutales o forestales establecidos, cuya corteza sea marrón sin clorofila (Gómez 1993).

Glifosato. Es un herbicida no selectivo, de uso post-emergente, controla Poaceas perennes, hoja ancha y semillas en germinación de las malezas, es específico para café, banano, aguacate, cítricos y palma africana (Alemán 1991). Inhibe la producción de aminoácidos aromáticos, eventualmente esto resulta en el agotamiento de los aminoácidos, lo que causa un cese de los procesos como la síntesis de proteínas que dependen de los aminoácidos. Glifosato es el único herbicida desarrollado que bloquea la producción de aminoácidos aromáticos, producidos por la vía biosintética del shikimato (Pitty 1995).

Reguladores de pH. La concentración del ión hidrógeno juega un rol significativo en la penetración de los herbicidas aplicados foliarmente. El efecto del pH depende de la naturaleza química del herbicida, ya que tiene un efecto modificador en la membrana y en la actividad metabólica de las células involucradas en la respuesta de los procesos de translocación (Rao 2000).

Características del agua

Calidad. El uso de aguas calcáreas o ferruginosas puede afectar la solubilidad del herbicida causando su sedimentación. Esta situación se presenta principalmente con aquellos productos cuya parte activa contiene radicales ácidos. Tampoco debe utilizarse agua sucia que contenga suelo, pues la materia orgánica y las arcillas son coloides que adsorben los productos, afectando así la acción del herbicida; esto sucede por ejemplo con el paraquat (Gramoxone). Igualmente, el uso de aguas sucias ocasiona un mayor desgaste de algunas partes de la aspersora (CIAT 1981).

pH. El pH del agua no afecta la efectividad de los herbicidas Glifosato, Fluazifop ni Bentazon. La adición de los herbicidas cambia el pH del agua. La formulación de Glifosato modifica el pH del agua, no importando si ésta es ácida, neutra o alcalina, mientras que la formulación de Fluazifop baja moderadamente el pH del agua sin afectar la efectividad del herbicida y la formulación de Bentazon eleva el pH del agua sin antagonizar la acción herbicida del químico (Gómez 2006).

El objetivo del estudio fue determinar el rol que juegan los reguladores de pH en la efectividad de los herbicidas sobre el control de malezas. Se analizó el efecto de tres reguladores de pH sobre la efectividad de dos herbicidas post-emergentes: Glifosato y Paraquat. Se determinó la dosis de herbicida que mejor controló la maleza, así como también si la acción de los reguladores de pH mejora la eficacia de los herbicidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El estudio se realizó en la zona 2 perteneciente al área de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, durante los meses de julio y agosto de 2007. El sitio se encuentra a 800 msnm, latitud 14° N y longitud 87° O; tiene una temperatura media anual de 24°C, y una precipitación promedio de 1100 mm.

Experimentos. Se realizó un experimento con Glifosato usando la formulación Roundup Max 68 SG^{®1} y otro experimento con Paraquat usando la formulación Gramoxone Super 20 EC^{®2}. Para los dos experimentos se utilizaron tres reguladores de pH y dos dosis de herbicida. Los reguladores de pH se usaron a 0.25% v/v. Los correctores de pH evaluados fueron: pH Master, pH + y Sinercid buffer:

pH Master³ - Corrector de pH, ablandador de aguas duras, adherente y dispersante

Composición química

Anhídrido fosfórico soluble en agua	27.5%
Total de Nitrógeno	3.7%
Nitrógeno ureico	3.7%

pH+⁴ - Corrector de pH del Agua

Composición química

Ingredientes inertes	90%
Agente quelante (Brown Agent)	5%
Agente acidificante (H ₃ PO ₄)	5%

Sinercid Buffer⁵ - Acondicionador de pH y buferizante

Composición química

Alcohol tridecílico Polioxietilénico	30%
Ácido fosfórico	12%
Diluyentes y acondicionadores	58%

¹ Fabricado por Monsanto Company. Seminis, 3 Ave. 11 Calle Barrio Lempira, San Pedro Sula, Honduras.

² Fabricado por Syngenta Agro S.A. Casa # 57, Planes de Puntaldía Pista Jean Genie, Managua, Nicaragua

³ Producto de Alba Milagro Internacional. Importado por Agroval Barrio El Progreso Copán, Honduras.

⁴ Producto de Quimicas Stoller de C.A. S.A. OFI- Bodegas No.158 20 Calle 24-60 Zona 10 Guatemala

⁵ Producto de Intrakam, S.A. de C.V. Valle Saltillo Núm. 486 Fracc. Industrial Valle del Saltillo, México

Las dos dosis usadas fueron la dosis recomendada por el fabricante y otra con 25% menos de la dosis recomendada (Cuadro 1).

Cuadro 1. pH promedio del agua usada y dosis de los herbicidas utilizados (g/ha).

pH del agua	Herbicidas	
	Paraquat	Glifosato (ae)
6.19	500	
	375	
5.62		896
		672

También se usaron dos testigos relativos en los cuales se aplicó el herbicida a las dos dosis indicadas, pero sin regulador de pH. Cada tratamiento fue aplicado en parcelas de 4 × 8 m.

Las aplicaciones se realizaron con bomba de mochila de acero inoxidable⁶, presurizada a 25 psi con CO₂, un aguilón de 2 m de ancho con cuatro boquillas separadas a 50 cm. Las boquillas fueron de abanico plano modelo XR Teejet[®] 8003 VS⁷ y 250 L/ha de agua.

Antes de añadir los herbicidas al agua se determinó: el pH inicial del agua, el pH de la mezcla de agua más el regulador, y finalmente el pH de la mezcla de agua más el regulador más el herbicida utilizando un medidor de pH⁸. El agua usada fue de la laguna ubicada en zona 2 en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Toma de datos. Para evaluar el control de malezas, se realizaron observaciones visuales de los efectos el cual es el sistema empleado para una acumulación rápida de datos; particularmente cuando hay un gran número de parcelas y especies de plantas y los recursos son limitados. El sistema empleado es de un rango de 0 a 100. El estándar básico para la comparación es una parcela testigo sin tratamiento en el caso de datos de control de malezas. Preferiblemente, más de un evaluador debe ser usado en un experimento dado; los resultados son luego promediados para dar un valor por parcela (Truelove 1977).

En los dos experimentos, el primer muestreo se tomó a los 7 días, el segundo a los 14 días y el tercero a los 21 días. La cobertura de malezas presente en el ensayo fue de amplia dominancia por *Cyperus rotundus* y *Echinochloa colona*.

⁶ Mochila modelo T, equipada con contenedor de acero inoxidable de 11.35 L, cilindro de aluminio de CO₂ de 2.27 kg, regulador de presión y aguilón para cuatro boquillas. Fabricado por Bellspray, Inc.; P.O. Box 269, Opelousas, LA 70571-0269, Estados Unidos.

⁷ Fabricado por Spraying Systems Co.; North Ave. & Schmale Rd. PO Box 7900 Wheaton IL, 60189, Estados Unidos.

⁸ Oakton[®] pHTestr3 Double Junction (±0.1). Fabricado por Oakton Instruments; P.O. Box 5136 Vernon Hills, IL 60061-1830, Estados Unidos.

Porcentaje de control. Se estudió la ocurrencia de malezas en las unidades experimentales después de las aplicaciones. Los muestreos se realizaron utilizando una asignación aleatoria en un sistema de coordenadas, determinado por las dimensiones de las unidades experimentales. Por cada unidad experimental se realizaron tres muestreos, estimando de manera visual el porcentaje de control presentes en las parcelas. Para evitar el efecto borde no se tomó en cuenta 0.5 metros de cada borde de las parcelas.

Análisis estadístico. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial con cuatro repeticiones para cada experimento, cada repetición tenía seis tratamientos y dos testigos relativos. La variable medida fue el porcentaje de control de los herbicidas sobre las malezas.

Para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis System V. 2002[®] (SAS). El análisis de varianza (ANDEVA) fue el indicado para analizar el ajuste de los datos y la separación de medias Duncan con una probabilidad de 5%. Para normalizar los datos se utilizó la transformación de arco seno de la raíz cuadrada de los valores porcentuales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de Paraquat. En las tres evaluaciones no hubo un aumento ($\alpha > 0.05$) en el control de malezas con ninguno de los reguladores de pH usados, en ambas dosis la respuesta fue similar. Esto indica que los reguladores no influyen en las interacciones químicas o físicas entre el ingrediente activo u otros componentes de algunos herbicidas. Resultados similares fueron hallados por Mitidieri y Constantino (1997), ellos encontrando un control similar sobre la maleza *Amaranthus quitensis* con Paraquat y cuatro concentraciones del regulador de pH.

En todos los tratamientos, la evaluación de Paraquat a los 7 días después de la aplicación presentó un mayor control de malezas, comparado con las evaluaciones a los 14 y 21 días (Cuadro 2). Esto se atribuye a que Paraquat no controla *Cyperus rotundus* (Rao 2000) y a que *Echinochloa colona*, al momento de la aplicación, tenía gran tamaño lo que redujo el control de la misma. Estas dos malezas eran las predominantes en el área y tuvieron la capacidad de rebrotar, por lo tanto, se notó menor control a los 14 y 21 días después que la aplicación que a los 7 días.

El agua usada para la aplicación tenía un pH inicial de 6.19, al añadir los reguladores el pH se redujo con pH Master a 3.01 y 3.27, con pH + a 3.45 y 2.96 y con Sinercid Buffer a 3.88 y 4.06. Al añadir el herbicida al agua con los reguladores de pH, el pH subió en todos los casos (Cuadro 3). La reducción del pH era la respuesta esperada con estos agroquímicos.

La formulación de Paraquat, Gramoxone Super 20 EC[®], redujo el pH del agua reguladores de pH. Las interacciones que ocurrieron entre el agua, el regulador de pH y el Paraquat significaron que la mezcla aplicada tuviera un pH muy parecido en todos los casos.

Cuadro 2. Porcentaje de control de malezas con Paraquat (Gramoxone Super 20 EC®).

Ingrediente activo (g/ha)	Reguladores de pH (%)			
	Testigo	pH Master	pH +	Sinercid Buffer
A los 7 días después de la aplicación				
500	73 a ^Ω	73 a	69 a	74 a
375	74 a	71 a	73 a	72 a
A los 14 días después de la aplicación				
500	51 b	55 b	48 b	56 b
375	53 b	50 b	48 b	58 b
A los 21 días después de la aplicación				
500	50 b	53 b	39 b	40 b
375	52 b	44 b	37 b	51 b

^ΩLos porcentajes de control con igual letra en la misma fila o columna no difieren significativamente (P<0.05) según la prueba Duncan.

Las mezclas aplicadas con los tres reguladores de pH tenían un pH ácido (Cuadro 3). Las diferencias en pH entre el testigo y los tres reguladores de pH fueron bastante similares. La falta de respuesta por las malezas a los reguladores de pH puede deberse a que no hubo gran diferencia entre los pH de las mezclas aplicadas; además, el pH del agua se reduce con solamente añadir el Paraquat. Estos resultados indican que no es necesario añadir reguladores de pH al agua usando Paraquat con la formulación Gramoxone Super 20 EC®.

Cuadro 3. Cambios de pH al agregar el regulador de pH (sin) y después de agregar el regulador más Paraquat (con) (Gramoxone Super 20 EC®) a un pH inicial promedio del agua de 6.19.

Regulador de pH	Ingrediente activo (g/ha)			
	500		375	
	sin ^{&}	con [∞]	sin ^{&}	con [∞]
Testigo	6.19	4.41	6.19	4.70
pH Master	3.01	3.15	3.27	3.45
pH +	3.45	3.95	2.96	3.56
Sinercid Buffer	3.88	4.26	4.06	4.36

[&]sin herbicida en la mezcla

[∞]con herbicida en la mezcla

Evaluación de Glifosato. En las tres evaluaciones hubo una tendencia a mayor control de malezas con el testigo que con los reguladores de pH. Esto indica que la formulación de Glifosato, Roundup Max 68 SG®, mantiene por sí solo un pH adecuado después de incluirlo en el agua. Esto se atribuye que la mayoría de herbicidas se sujetan a varias

pruebas de efectividad tomando en cuenta varios factores, entre ellos el pH, antes de ser comercializados.

En todos los tratamientos, a los 7 días después de aplicación el control de malezas fue menor comparado a los 14 y 21 días (Cuadro 4). Esto se atribuye a que Glifosato empieza a mostrar los síntomas de fitotoxicidad dentro de los primeros cuatro a siete días después de su aplicación (Rao 2000).

El agua usada para la aplicación tenía un pH inicial de 5.62, al añadir los reguladores el pH se redujo; con pH Master a 2.33 y 2.70, con pH+ a 2.53 y 2.61 y con Sinercid Buffer a 3.08 y 3.38. Al añadir el herbicida al agua con los reguladores de pH, el pH subió en el caso de pH Master y Sinercid Buffer y bajó en el caso de pH+ (Cuadro 5).

En el agua sin reguladores la formulación de Glifosato, Roundup Max 68 SG[®], aumentó levemente el pH del agua, pero manteniendo un pH ácido. En el agua con los reguladores pH Master y Sinercid Buffer el pH subió ligeramente al añadir Glifosato mientras que el regulador pH+ bajó ligeramente al añadir Glifosato (Cuadro 5). Estas interacciones que ocurrieron entre el agua, el regulador de pH y el Paraquat significaron que la mezcla aplicada tuviera un pH distinto.

Cuadro 4. Porcentaje de control de malezas con Glifosato (Roundup Max 68 SG[®]).

Ingrediente activo (g/ha)	Reguladores de pH (%)			
	Testigo	pH Master	pH +	Sinercid Buffer
A los 7 días después de la aplicación				
896	73 c	69 c	62 c	63 c
672	73 c	66 c	66 c	54 c
A los 14 días después de la aplicación				
896	86 a	83 a	78 a	81 a
672	89 a ^Ω	81 a	83 a	71 b
A los 21 días después de la aplicación				
896	93 a	88 ab	84 b	85 ab
672	93 a	87 a	86 a	78 b

^ΩLos porcentajes de control con igual letra en la misma fila o columna no difieren significativamente (P<0.05) según la prueba Duncan.

Las mezclas aplicadas con los tres reguladores de pH tenían un pH ácido (Cuadro 5). Las diferencias en pH entre el testigo y las mezclas con los tres reguladores de pH fueron evidentes. El pH de la mezcla con los reguladores presentó valores muy bajos, lo que puede causar su falta de respuesta.

Estos resultados indican que no es necesario ajustar el pH del agua ya que la formulación de Roundup Max 68 SG[®] por sí mismo mantiene la solución en un pH ácido (Kogan 2002).

Cuadro 5. Cambios de pH al agregar el regulador de pH (sin) y después de agregar el regulador más Glifosato (con) (Roundup Max 68 SG[®]) a un pH inicial promedio del agua de 5.62.

Regulador de pH	Ingrediente activo ae (g/ha)			
	896		672	
	sin ^{&}	con [∞]	sin ^{&}	con [∞]
Testigo	5.62	5.94	5.62	5.92
pH Master	2.33	2.36	2.70	2.76
pH +	2.53	2.51	2.61	2.51
Sinercid Buffer	3.08	3.13	3.38	3.34

[&] sin herbicida en la mezcla

[∞] con herbicida en la mezcla

CONCLUSIONES

- El uso de pH+, Sinercid Buffer y pH Master no aumenta la efectividad de los herbicidas Paraquat ni Glifosato, pero aumenta los costos.

RECOMENDACIONES

- Evaluar los reguladores pH+, Sinercid Buffer y pH Master a diferentes rangos de pH del agua y determinar si existe algún rango de pH en el cual afecta la efectividad de estos herbicidas.
- Evaluar los reguladores pH+, Sinercid Buffer y pH Master junto con Glifosato y Paraquat en aguas duras o con contenido de materia orgánica, con el fin de analizar si existe algún efecto en el comportamiento de los herbicidas.

LITERATURA CITADA

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1981. Guía de estudio CIAT: Principios básicos de la selectividad de los herbicidas. CIAT. Cali, Colombia. 40p.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO).. 1981. Guía de estudio CIAT: Formulaciones de Herbicidas. CIAT. Cali, Colombia. 36p.

Gómez, J. 1993. Control químico de la maleza. Trillas. México. 250 p.

Gómez Vargas, J. 2006. Efecto del pH del agua en la efectividad de los herbicidas glifosato, fluazifop-p-butyl y bentazon. Zamorano, Honduras. Revista Ceiba Vol. 47(1-2):19-23

Green, J. M. Cahill, W. R. 2003. Enhancing the biological activity of nicosulfuron with pH adjusters. Weed Technology Vol. 17. No. 2. pp. 338-345

Intrakam. 2007. Ficha técnica del regulador de pH Sinercid Buffer (en línea). Consultado 13 de septiembre 2007. Disponible en:
<http://www.intrakam.com.mx/fichaprod.asp?id=35>

Kogan, M. 2002. Programa para el control de la chufa en huertos frutales. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Agronomía y Forestal. UC. 17:13-16 p.

Mitidieri, A.; Constantino A. R. 1997. Efecto de la corrección del pH y agua dura en la eficacia de herbicidas post-emergentes. XII Congreso Latinoamericano de Malezas. Buenos Aires, Argentina. 6 p.

Pitty, A. 1995. Modo de acción y síntomas de fototoxicidad de los herbicidas. Primera Edición, Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. 63 p.

Pitty, A. (editor). 1997. Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academia Press, Honduras. Litográfica Comayaguela. 300 p.

Rao, V. S. 2000. Principles of Weed Science. Second Edition. California, USA. Science Publishers., Inc. 555p.

Reeves, P. s.f. Water effects on pesticida performance (en línea). Montana State University Academic Press. Consultado 22 de agosto. 2007. Disponible en:
http://scarab.msu.montana.edu/extension/MT_PAT/Info/water_effects.pdf

Rodríguez, N. s.f. Calidad de agua y agroquímicos (en línea). Insumos Agronort. Buenos Aires, Argentina. Consultado 3 de jun. 2007. Disponible en:
<http://www.agronort.com/informacion/calidagua.html>

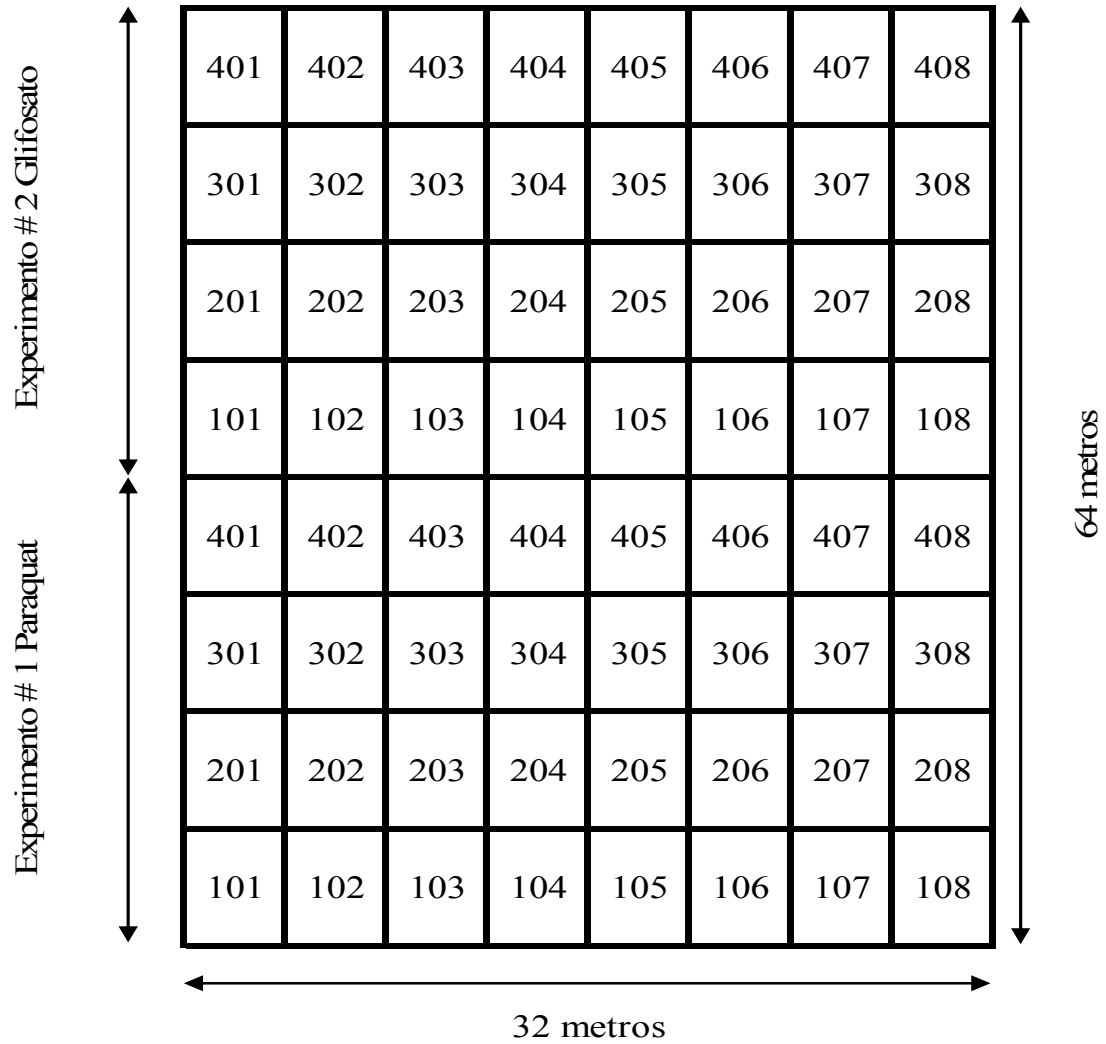
Sceglio, O. 1980. El libro del agro: Herbicidas. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 101 p.

Truelove B. (editor). 1977. Reserch Methods in Weed Science: Measuring Plant Responses. Southern Weed Science Society. Auburn, Alabama, USA. Auburn Printing, Inc. 221 p.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de tratamientos para los ensayos realizados y área del terreno utilizado.

Para cada ensayo existió un código. El primer número indica el bloque y el siguiente la columna.



Anexo 2. Código de parcelas para el ensayo de Paraquat.

Regulador de pH	Dosis Paraquat (g i.a./ha)	Bloque			
		1	2	3	4
Testigo	500	101	202	303	404
	375	102	203	304	405
pH Master	500	103	204	305	406
	375	104	205	306	407
pH+	500	105	206	307	408
	375	106	207	308	401
Sinercid Buffer	500	107	208	301	402
	375	108	201	302	403

Anexo 3. Código de parcelas para el ensayo de Glifosato

Regulador de pH	Dosis Glifosato (g i.a./ha)	Bloque			
		1	2	3	4
Testigo	896	101	202	303	404
	772	102	203	304	405
pH Master	896	103	204	305	406
	772	104	205	306	407
pH+	896	105	206	307	408
	772	106	207	308	401
Sinercid Buffer	896	107	208	301	402
	772	108	201	302	403

Anexo 4. Cambios de pH al agregar Glifosato y Paraquat en el agua potable y en el agua de laguna (Zona II).

Herbicida	Mezcla	Agua Potable	Agua Laguna (Zona II)
Glifosato	Agua	5.76 a ^Ω	6.21 a
	Agua + herbicida	5.31 b	5.35 b
Paraquat	Agua	5.75 b	6.56 a
	Agua + herbicida	6.12 a	5.76 b

^ΩLos valores de pH con igual letra en la misma columna no difieren significativamente (P<0.05) según la prueba Duncan.

Anexo 5. Costo de reguladores de pH.

Regulador de pH	Precio/litro
Sinercid Buffer	L. 120
pH+	L. 180
pH Master	L. 300