

Interacciones del herbicida Fomesafen con la adición del regulador de pH Sinercid Buffer[®]

Catalino Mosquera Pérez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Interacciones del herbicida Fomesafen con la adición del regulador de pH Sinercid Buffer[®]

Proyecto Especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Catalino Mosquera Pérez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

Interacciones del herbicida Fomesafen con la adición del regulador de pH Sinercid Buffer[®]

Presentado por:

Catalino Mosquera Pérez

Aprobado:

Abelino Pitty, Ph.D.
Asesor Principal

Abel Gernat, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Rogelio Trabanino, M.Sc.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Mosquera Pérez, C. 2012. Interacciones del herbicida Fomesafen con la adición del regulador de pH Sinercid Buffer[®]. Proyecto especial de graduación para optar al título de Ingeniero Agrónomo en la carrera de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 14 p.

El objetivo de este estudio fue determinar las interacciones de la mezcla del herbicida Fomesafen (FLEX[®]) y el regulador de pH Sinercid buffer[®]. Se realizaron tres experimentos, en el primero se evaluó el cambio de pH del agua al agregar el Sinercid Buffer[®], el Fomesafen y la mezcla de ambos. La dosis del regulador de pH fue 1 mL/1 L de agua y la del herbicida fue de 10 mL/ 1 L de agua. Los tipos de aguas que se utilizaron fueron agua del río Yeguaré, Lago de Monte Redondo, agua potable y agua ozonificada; el pH inicial fue de 6.40, 6.44, 5.86 y 5.85, respectivamente. En el segundo experimento se evaluó la fitotoxicidad del precipitado de la mezcla del Fomesafen (FLEX[®]) y la adición de Sinercid Buffer[®] sobre plantas de rábano. En el tercer experimento se evaluó el cambio de pH del agua con cinco formulaciones de Paraquats, se usó agua potable. El diseño experimental fue un (BCA) con separación de medias usando pruebas (LSD). Los resultados del estudio de cambio de pH hubo significancia entre todos los tratamientos ($P < 0.05$) en relación al cambio de pH. En la evaluación de la fitotoxicidad del Fomesafen y la adición del regulador de pH no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos a los que se les agregó el regulador de pH, pero, el precipitado de la mezcla de Fomesafen y Sinercid Buffer[®] tuvo efecto herbicida. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$), entre el efecto del precipitado ni el tratamiento al que se le agregó el regulador de pH y el herbicida. Hubo significancia ($P < 0.05$) en el tratamiento con Fomesafen solo. Las formulaciones Paraquat Criollo y BOA no cambiaron el pH del agua ($P > 0.05$). Las formulaciones Paraquat Alemán, Gramoxone Super y Green Go Paraquat aumentaron el pH inicial del agua ($P < 0.05$), que era de 5.68 a 5.90, 5.96 y 6.06, respectivamente.

Palabras clave. Cambios de pH, herbicida, precipitado, *Raphanus sativus*, tipos de agua.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firma.....	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros y figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES.....	12
5. RECOMENDACIONES.....	13
6. LITERATURA CITADA.....	14

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros		Página
1.	Cambios del pH del agua agregando el regulador de pH Sinercid Buffer [®] y Fomesafen	8
2.	Cambios del pH del agua agregando el herbicida Fomesafen sin Sinercid Buffer [®]	9
3.	Peso seco del precipitado (g), de cada tratamiento en la interacción cambios en el pH del agua agregando el herbicida Fomesafen y el regulador de pH Sinercid Buffer [®]	10
4.	Evaluación del daño visual (%) del herbicida Fomesafen con y sin la adición del regulador de pH Sinercid Buffer [®] y el precipitado del Fomesafen con la adición del regulador de pH Sinercid Buffer [®] a los tres y siete días después de la aplicación	10
5.	Cambios en el pH del agua al añadir varias formulaciones de Paraquat al agua potable de la llave de Zamorano con un pH de 5.68.....	11
Figuras		Página
1.	Los cuatro tipos de agua 24 horas después de agregarle el herbicida Fomesafen y el regulador de pH Sinercid Buffer [®] . Se presentó precipitación en los cuatro tipos de agua	4
2.	Mezcla del herbicida Fomesafen + Sinercid Buffer [®] . Se usaron los tratamientos de Fomesafen solo, Fomesafen + Sinercid Buffer [®] y el precipitado que resultó de la mezcla del herbicida Fomesafen + Sinercid Buffer	5
3.	Las cinco formulaciones de Paraquat.....	6
4.	Evaluación del cambio de pH en cinco formulaciones de Paraquat, de izquierda a derecha: Paraquat Criollo [®] 20 SL, Paraquat Alemán [®] 20 SL, Gramoxone Super [®] 20 SL, “G [®] een Go Paraquat 20 SL y BOA [®] 20 SL.	7
5.	Réplica número cinco de todos los tratamientos. Se evaluó la fitotoxicidad del precipitado de Fomesafen con la adición del Sinercid Buffer [®] a los siete días después de la aplicación.....	11

1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los herbicidas aplicados utilizan agua como vehículo, por lo tanto, la calidad de agua que empleamos es un factor importante y fundamental. La solubilidad del herbicida puede ser afectada por las presencias de aguas calcáreas y ferruginosas causando sedimentación, esta situación se presenta con aquellos productos cuya parte activa contiene radicales ácidos (CIAT 1981).

En general, muchos de los herbicidas que son ácidos débiles y son formulados como sales son antagonizados en mayor o menor medida en su efecto por los cationes existentes en las aguas empleadas como vehículos. Asimismo, el efecto del pH de la solución tiene que ver con aspectos relacionados como la estabilidad y vida media de agroquímicos así como con la performance de herbicidas en lo que se relaciona a su penetración.

La estabilidad de la mayoría de los herbicidas disueltos en agua es muy buena, siempre y cuando los mismos sean pulverizados dentro de un día o dos de mezcla. La excepción pueden ser algunos herbicidas sulfonilureas, los cuales se degradan por hidrólisis química estando en solución acuosa. Muchas de las recomendaciones de uso de sulfonilureas establecen que los herbicidas deben ser aplicados dentro de 24-36 horas de la mezcla para evitar la degradación. La tasa de degradación de herbicidas de la familia sulfonilureas por hidrólisis química se incrementa cuando el pH de la solución decrece (en particular pH menor de 5). Por ende la acidificación de las soluciones puede llevar a incrementar el grado de degradación de herbicidas (Rodríguez s.f)

En la mezcla o solución, el pH no está aún bien definido sobre la absorción del herbicida por la planta. Los herbicidas ácidos penetran mejor la superficie foliar de las plantas que en una forma neutral, pero esto es solo en teoría. Mayor cantidad de moléculas del herbicida ácido débil se tornan ionizadas cuando aumenta el pH de la mezcla, reduciendo potencialmente su adsorción por las plantas (Rodríguez s.f)

En un estudio en condiciones de campo se evaluó el efecto de tres reguladores de pH (pH Master, Sinercid buffer y pH +) en la efectividad de Paraquat y Glifosato sobre el control de malezas. Todos los reguladores fueron efectivos reduciendo el pH del agua, pero no aumentaron el control de malezas comparado con el testigo que no tenía regulador de pH. También, se obtuvo un incremento en los costos de las aplicaciones al añadir los reguladores (Bustamante Espinoza 2007).

En otro estudio, se evaluó el pH del agua en la efectividad de tres herbicidas posemergentes (Fluazifop-p-butil ester, Glifosato y Bentazón). La adición de los herbicidas cambia el pH del agua. El Glifosato (Sal monoamónica en la formulación

Roundup max[®]) 680 SG) modifica el pH del agua, mientras que el Fluazifop (Formulación Fusilade 12.5 EC[®]) baja moderadamente el pH del agua sin afectar la efectividad del herbicida. El Bentazón (Sal sódica en la formulación Basagran 48 EC[®]) elevó el pH del agua sin antagonizar la acción herbicida. No se encontró ninguna diferencia sobre el control de las malezas, lo cual quiere decir que no existe ningún efecto sobre los herbicidas usados (Gómez *et al.* 2006).

Fomesafen es un herbicida selectivo de contacto, utilizado para el control de malezas de hojas anchas en posemergencia, tiene efecto residual es decir, que puede ejercer control al ser absorbido por las raíces de las malezas posteriormente de la aplicación. Se recomienda aplicar cuando las malezas tienen dos hojas bien formadas o cuando tengan dos centímetros de altura. Actúa inhibiendo la síntesis de clorofila y la enzima protoporfirinógeno, se mueve apoplásticamente por lo cual la sintomatología se ve reflejada al pasar unos días (Syngenta 2008).

Los objetivos del estudio fueron:

- Evaluar las interacciones en el cambio de pH del herbicida Fomesafen (FLEX[®]) con y sin la adición del regulador de pH Sinercid Buffer[®].
- Determinar la efectividad del precipitado de la mezcla del herbicida Fomesafen y la adición del regulador de pH Sinercid Buffer[®].
- Evaluar el cambio de pH del agua potable al agregarle cinco formulaciones de Paraquat.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Evaluación de los cambios en el pH del agua agregando Sinercid Buffer[®] y Fomesafen a diferentes tipos de agua. El estudio se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. El lugar tiene una temperatura y precipitación promedio anual de 24°C y 1100 mm, respectivamente, y está a una altura de 800 msnm.

El 08 y 09 de junio se recolectó agua del río Yeguare (intersección del río con la carretera Zamorano-Güinope), agua del lago de Monte Redondo, agua de la llave del sistema de agua potable de Zamorano y agua ozonificada. El agua ozonificada era agua potable de Zamorano purificada a base de ozono con el ozon-o-matic modelo T-304. Se tomó el pH de cada tipo de agua el mismo día de la recolecta. Se tomaron tres muestras de 2 L cada una y se midió tres veces el pH; cada medida estuvo separada por dos minutos y luego se tomó el promedio de las tres lecturas. El pH inicial para cada tipo de agua fue: Agua del río Yeguare 6.44, agua del Lago de Monte Redondo 6.40, agua de la llave 5.86 y el agua ozonificada 5.85.

La composición química FLEX^{®1} era 25% de Fomesafen y 75% de ingredientes inertes. La composición química del acondicionador de pH Sinercid Buffer^{®2} era: 30% de alcohol tridecílico Polioxietilénico, 12% de ácido fosfórico y 58% de diluyentes y acondicionadores.

A cada tipo de agua se añadió el Sinercid Buffer[®] a 1.0 mL por cada litro de agua (0.10% volumen: volumen) y se midió el pH. Después se añadieron 10 mL de FLEX[®] por litro de agua, (0.5 L en 200 L/ha). Una vez mezclado el herbicida y el regulador de pH se midió el pH, esta medición se repitió tres veces. Se utilizó como testigo el cambio de pH adicionando solamente el herbicida Fomesafen sin el acondicionador de pH Sinercid Buffer[®], y se repitió la medición de pH tres veces y de la misma manera se tomó un promedio de las tres lecturas. El pH se midió con un potenciómetro (Oakton pH Test 3+ doublé juntion) en los cuatro tipos de agua y el testigo.

Las mezclas se dejaron en reposo y a las 24 horas se extrajo el líquido y quedó el precipitado en el fondo (Figura 1). El precipitado formado al añadir Fomesafen + el regulador de pH Sinercid Buffer[®] se secó en un horno de precisión Thelco modelo 130 a 60°C durante cuatro días. El precipitado seco se pesó en una balanza de precisión modelo PCE-BT 2000 calibrada en gramos (g).

¹ Producto de Intrakam, S.A. de C.V. Valle Saltillo Núm. 486 Fracc. Industrial Valle del Saltillo, México.

² Syngenta Protecao de Cultivos Ltda, Rodovia SP 332 KM 130, CEP 13140-000, Paulinia, Sao Pablo, Brasil.

Diseño estadístico. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). Las variables medidas fueron pH de las mezclas y peso (g) de precipitado fueron analizadas mediante Modelo Lineal General (GLM) utilizando separación de media con pruebas (LSD) al 5% de margen de error. Se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis Systems (SAS) 9.1.



Figura 1. Los cuatro tipos de agua 24 horas después de agregarle el herbicida Fomesafen y el regulador de pH Sinercid Buffer®. Se presentó precipitación en los cuatro tipos de agua.

Evaluación de la fitotoxicidad del precipitado de Fomesafen formado al añadir el regulador de pH Sinercid Buffer®. Este estudio consistió en evaluar la fitotoxicidad el precipitado observado del estudio anterior, para ellos se utilizó el cultivo de rábano el cual fue sembrado en bandejas con 12'' de largo, 12'' de ancho y 8'' de altura. Como medio se utilizó suelo franco arenoso, se sembraron semillas de rábano (*Raphanus sativus*), que pertenece a la familia del *Raphanus raphanistrum*, una maleza de hoja ancha susceptible al Fomesafen, las semillas tenían 90% de germinación.

A los 21 días después de la siembra se aplicó el herbicida a una dosis de 0.5 L/ha en 2 L de agua. Los tratamientos fueron el herbicida Fomesafen solo, la mezcla del herbicida Fomesafen + el regulador de pH Sinercid Buffer® y el precipitado formado de la mezcla del herbicida Fomesafen + el regulador de pH Sinercid Buffer® (Figura 2). Después de mezclar Fomesafen + el regulador de pH Sinercid Buffer® se extrajo el líquido y el

precipitado que quedó se mezcló con agua potable de la llave en Zamorano con pH inicial 5.86. Los tratamientos fueron aplicados en postemergencia el mismo día que se hicieron las mezclas.



Figura 2. Mezcla del herbicida Fomesafen y Sinercid Buffer[®] se usaron los tratamientos de Fomesafen solo, Fomesafen + Sinercid Buffer[®] y el precipitado que resultó de la mezcla del herbicida Fomesafen + el Sinercid Buffer[®].

Se aplicó con una bomba de mochila que funciona con presión de CO₂ y que usa contenedores de acero inoxidable con capacidad de 11.4 L de líquido. Se usó la dosis mínima de 500 mL/ha del herbicida, la presión permaneció constante a 30 PSI, se utilizó un aguilón con una sola boquilla de abanico plano 11003 con una cobertura de 0.5 m, la aplicación se hizo en horas de la tarde para evitar pérdidas de la solución por volatilización y/o deriva.

Estimación del daño visual. Tres y siete días después de realizada la aplicación se evaluó el daño en las plantas de rábano, usando una escala 0% al 100% (Truelove 1979) que representa el efecto después de la aplicación del herbicida de la siguiente manera; 0% (cero) no afectada, 10%-30% efecto muy bajo, 40%-60% efecto moderado, 70%-90%

efecto severo y 100% efecto completo. Al día tres, la evaluación se hizo con dos evaluadores y se tomó como referencia el promedio de las dos evaluaciones. Al día siete la evaluación se hizo con un solo evaluador.

Diseño estadístico. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), la variable porcentaje de daño visual fue analizada mediante el Modelo Lineal General (GLM) utilizando separación de media con pruebas (LSD) al 5% de margen de error. Se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis Systems (SAS) 9.1.

Evaluación en el cambio de pH de la mezcla utilizando cinco formulaciones de Paraquat®. Se realizó con el objetivo de determinar el cambio de pH de la solución utilizando cinco formulaciones de Paraquat (Figura 3 y 4). El pH inicial del agua fue de 5.68, se utilizó agua de la llave de Zamorano. Las cinco formulaciones fueron Paraquat Criollo® 20 SL, Paraquat Alemán® 20 SL, Gramoxone Super® 20 SL, “G@een Go Paraquat 20 SL y BOA® 20 SL. La composición química del Paraquat® fue de 20% de i.a y 80% de ingredientes inertes para las cinco formulaciones. De cada formulación se añadieron 7.5 mL del producto comercial por 1 L de agua.



Figura 3. Las cinco formulaciones de Paraquat usadas en el experimento.

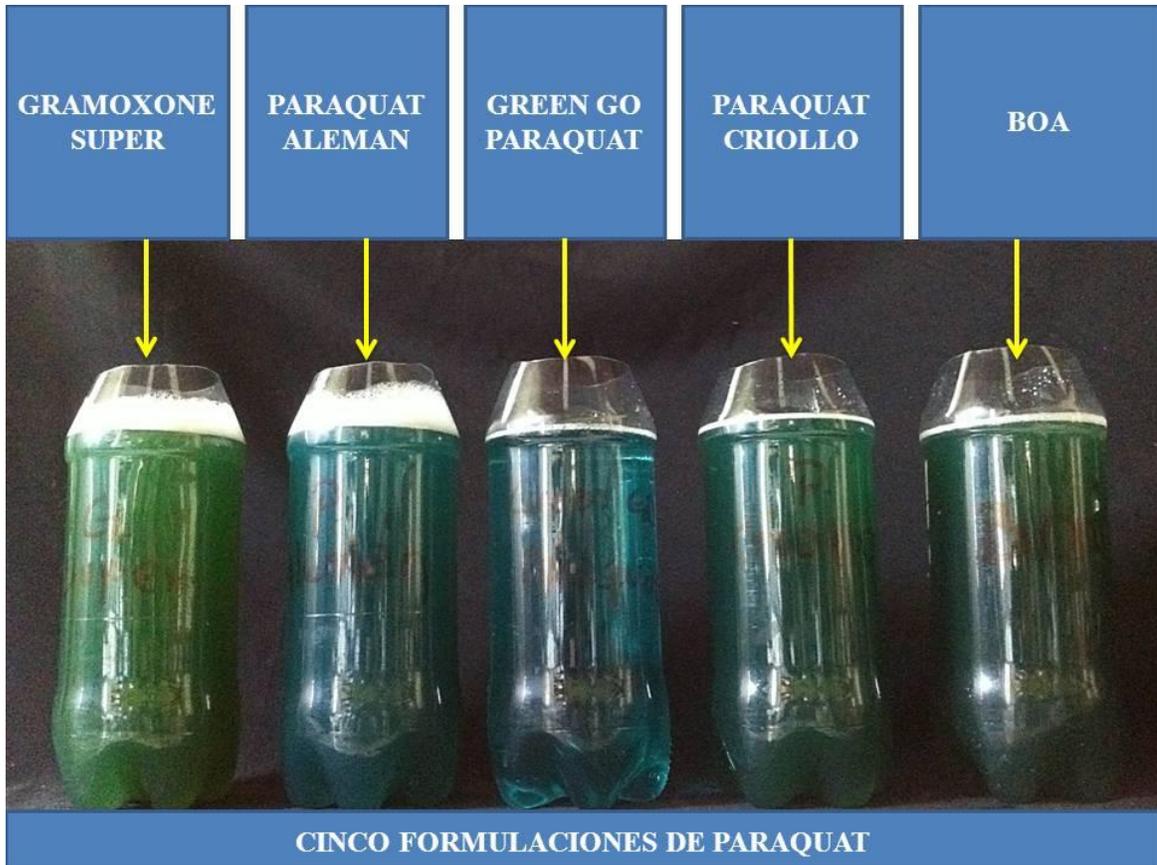


Figura 4. Evaluación del cambio de pH en cinco formulaciones de Paraquat, de izquierda a derecha: Paraquat Criollo[®] 20 SL, Paraquat Alemán[®] 20 SL, Gramoxone Super[®] 20 SL, “G[®]reen Go Paraquat 20 SL y BOA[®] 20 SL.

Diseño estadístico. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA). La variabilidad del pH de la solución al agregar las cinco formulaciones de Paraquat fue analizada mediante Modelo Lineal General (GLM) con separación de medias LSD. Se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis Systems (SAS) 9.01.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de cambios en el pH del agua agregando Sinercid Buffer[®] y Fomesafen a diferentes tipos de agua. Al agregar el acondicionador de pH Sinercid buffer[®] a los cuatro tipos de agua, el pH disminuyó en todos (Cuadro 1). La mayor disminución fue en el agua del lago de Monte Redondo (1.16) y la menor en el agua del río Yeguaré (0.56). Esto indica que el cambio en el pH depende del tipo de agua, más que del pH del agua. Estos cambios se pueden atribuir a que existió presencia de materia orgánica y alto contenido de arcillas en los tipos de aguas, como por ejemplo el agua del lago Monte Redondo y el agua del río Yeguaré. Además, en los tipos de agua como el agua potable del grifo y el agua ozonificada, posiblemente se debió a la presencia de minerales como iones de calcio y magnesio que son minerales que se adhieren a las moléculas del herbicidas y hacen disminuir el pH.

Al agregar el Fomesafen al agua que se le había agregado el Sinercid buffer[®], el pH subió en los cuatro tipos de agua; el mayor cambio fue en el agua ozonificada (1.18) y la menor en la del río Yeguaré (0.17). El Fomesafen agregado al agua sin Sinercid buffer[®] también subió el pH en todos los tipos de agua (Cuadro 2). Esto indica que la formulación Flex del herbicida Fomesafen tiene un ingrediente que aumenta el pH del agua, lo que inhibe el efecto del Sinercid buffer[®], que reduce el pH del agua.

Cuadro 1. Cambios del pH del agua agregando el regulador de pH Sinercid Buffer[®] y Fomesafen.

Tipo de agua	pH inicial	Sinercid Buffer [®]	Diferencia	Sinercid Buffer [®] + Fomesafen	Diferencia
Agua potable	5.86	5.17	0.69 b [‡]	6.21	-1.04 b
Monte Redondo	6.40	5.24	1.16 a	6.22	-0.98 b
Río Yeguaré	6.44	5.88	0.56 c	6.04	-0.17 a
Ozonificada	5.85	5.09	0.77 b	6.27	-1.18 c

[‡] Datos en la columna con las mismas letras no son diferentes a un $\alpha=0.05$.

Cuadro 2. Cambios del pH del agua agregando el herbicida Fomesafen sin Sinercid Buffer®.

Tipo de agua	pH inicial	Fomesafen solo	Diferencia
Agua potable	5.86	6.38	- 0.53 c [‡]
Monte Redondo	6.40	6.41	- 0.01 a
Río Yeguaré	6.44	6.57	- 0.14 b
Ozonificada	5.85	6.46	- 0.61 c

[‡] Datos en la columna con las mismas letras no son diferentes a un $\alpha=0.05$.

Cuando solo se agregó el regulador de pH Sinercid Buffer® se obtuvo diferencia significativa ($p<0.05$), excepto en el agua potable de la llave y ozonificada en los cuales se encontró la mayor variación de pH. Cuando se agregó el herbicida Fomesafen al agua se obtuvo diferencia significativa ($p<0.05$) en los tipos de agua del lago Monte Redondo y el Río Yeguaré en los cuales se presentó la menor variación en alcalinización de la solución, los tipos de agua potable y ozonificada no tuvieron significancia entre sí ($P>0.05$). Al agregar Fomesafen y Sinercid Buffer® hubo diferencia significativa en el pH del agua del río Yeguaré y ozonificada y en los tipos de agua potable y Monte Redondo no se encontraron significancias ($P>0.05$). Estos valores coinciden con los obtenidos por Ramos Díaz (2009.) que dice que el herbicida Fomesafen alcaliniza el medio y el regulador de pH acidifica el medio y que no hay ninguna diferencia por el orden en que se agreguen ambos productos, ya que actúan de diferentes formas. Además, encontró que cuando se agrega el Sinercid Buffer® al agua el pH disminuye a valores ácidos.

Al agregar únicamente el herbicida Fomesafen a los cuatro tipos de agua se encontró diferencia significativa ($P<0.05$) en el peso del precipitado formado en el tipo de agua del Río Yeguaré, en los otros tres tipos de agua no hubo diferencia en peso del precipitado ($P>0.05$) (Cuadro 3). Cuando se agregó el herbicida Fomesafen con el regulador de pH Sinercid Buffer® hubo diferencias significativas ($P<0.05$) en peso entre el agua del Río Yeguaré y la ozonificada, pero no se encontró diferencia en peso entre los otros dos tipos de agua. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ramos Díaz (2009), donde dice que hubo mayor cantidad de producto sedimentado donde se usó el regulador de pH Sinercid Buffer®, y menor precipitado cuando solamente se usó el herbicida Fomesafen pero, que no se midió la cantidad ya que no se contaba con una balanza de precisión.

La sedimentación se atribuye a la presencia de partículas de arcillas, materia orgánica suspendida en el agua y minerales, pero en este estudio sucedió lo contrario a lo que las personas generalmente esperarían. En el agua del Lago Monte Redondo hubo menos precipitado se estimó que esta sedimentación fuese la que obtuviera mayor variación en peso seco, pero no fue así. La mayor variación de peso seco de sedimentación en los cuatro tipos de agua se presentó en el agua ozonificada (cuadro 3).

Cuadro 3. Peso seco del precipitado (g), de cada tratamiento en la interacción cambios en el pH del agua agregando el herbicida Fomesafen y el regulador de pH Sinercid Buffer®.

Tipo de agua	Fomesafen	Fomesafen + Sinercid Buffer®
Agua potable	0.57 a [‡]	1.78 b
Monte Redondo	0.33 b	1.64 b
Río Yeguaré	0.69 a	0.64 c
Ozonificada	0.56 a	2.67 a

[‡] Datos en la columna con las mismas letras no son diferentes a un $\alpha=0.05$.

Evaluación de la fitotoxicidad del precipitado de Fomesafen formado al añadir el regulador de pH Sinercid Buffer®. Tres días después de la aplicación se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$) entre el tratamiento que solamente tenía el herbicida Fomesafen y el precipitado formado al mezclar del herbicida + el regulador de pH Sinercid Buffer® (Cuadro 4). Al aplicar el precipitado de Fomesafen + Sinercid Buffer® hubo un 30% de daño visual que es un efecto muy bajo según Truelove (1979), y 55% de daño con el Fomesafen sin Sinercid Buffer®. A los siete días después de la aplicación se encontró diferencia significativa ($P<0.05$) entre el tratamiento donde se agregó solamente el herbicida Fomesafen (88%) y en el Precipitado Fomesafen + Sinercid Buffer® (39%) y Fomesafen + Sinercid Buffer® (49%).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Meneses y Martínez. (2008.), quienes evaluaron la efectividad de los herbicidas Glifosato (Round up 35.6 SL) y Fenoxaprop-p-etil (Whip 7.5 EC) en dos dosis adicionando tres reguladores de pH: pH Master, pH + y Sinercid Buffer, quienes obtuvieron que el uso de estos reguladores no aumenta el control de maleza por lo tanto, el uso de los mismos no es necesario.

Cuadro 4. Evaluación del daño visual (%) del herbicida Fomesafen con y sin la adición del regulador de pH Sinercid Buffer® y el precipitado del Fomesafen con la adición del regulador de pH Sinercid Buffer® a los tres y siete días después de la aplicación.

Tratamiento	Días después de la aplicación	
	3	7
Precipitado Fomesafen + Sinercid Buffer®	30 b [‡]	39 b
Fomesafen + Sinercid Buffer®	40 ab	49 b
Fomesafen solo	55 a	88 a

[‡] Datos en la columna con las mismas letras no son diferentes a un $\alpha=0.05$.



Figura 5. Replica número cinco de todos los tratamientos. Se evaluó la fitotoxicidad del precipitado del Fomesafen con la adición del Sinercid Buffer® a los siete días después de la aplicación.

Cambios de pH evaluando cinco formulaciones de Paraquat. Las formulaciones Paraquat Criollo y BOA no cambiaron el pH del agua (Cuadro 5). Sin embargo, las formulaciones Paraquat Alemán, Gramoxone Super y Green Go Paraquat aumentaron el pH inicial del agua que era de 5.68 a 5.90, 5.96 y 6.06, respectivamente. Las cinco formulaciones contienen la misma cantidad de ingrediente activo (200 g ia) e ingrediente inerte. Por lo tanto, el cambio de pH del agua al agregar las formulaciones de Paraquat se atribuye a que las casas comerciales agregan diferentes ingredientes inertes y posiblemente estos son los que hacen que el pH se acidifique o no.

Cuadro 5. Cambios en el pH del agua al añadir varias formulaciones de Paraquat al agua potable de la llave de Zamorano con un pH de 5.68.

Formulación	pH de la mezcla
Paraquat Criollo 20 SL	5.67 c [¥]
Paraquat Alemán® 20 SL	5.90 ab
Gramoxone Super® 20 SL	5.96 ab
Green go Paraquat 20 SL	6.06 a
Boa® 20 SL	5.76 cb
Testigo (Agua sola)	5.68 c

[¥] Datos en la columna con las mismas letras no son diferentes a un $\alpha=0.05$.

4. CONCLUSIONES

- Al agregar el regulador de pH Sinercid Buffer[®] a los cuatro tipos de agua se reduce el pH de la solución.
- Al agregar el herbicida Fomesafen a la mezcla (agua + Sinercid Buffer[®]) en los cuatro tipos de agua, el pH de la solución aumenta dando valores similares al pH inicial.
- El agregar el regulador de pH Sinercid Buffer[®] reduce el efecto del herbicida Fomesafen.
- El precipitado que se forma al mezclar el herbicida Fomesafen y el regulador de pH Sinercid Buffer[®] contiene moléculas del herbicida activas.
- Se observó un mayor porcentaje de daño con el tratamiento al que no se le agregó el regulador de pH Sinercid Buffer[®].
- Al agregar las cinco formulaciones del herbicida Paraquat al agua, el pH de la solución cambia.
- El cambio de pH en las cinco formulaciones de Paraquat, se debe principalmente a elaboración de los productos en las distintas casas comerciales.

5. RECOMENDACIONES

- Repetir el experimento utilizando otros herbicidas con el mismo regulador de pH Sinercid Buffer[®].
- Hacer un estudio evaluando los cuatro tipos de agua (Potable, Monte Redondo, Río Yeguaré y Ozonificada) con la adición de otros reguladores de pH incluyendo Sinercid Buffer[®].
- Hacer un estudio evaluando el porcentaje de daño visual aplicando el herbicida Fomesafen + Sinercid Buffer[®] usando como solvente los cuatro tipos de agua (Potable, Monte Redondo, Río Yeguaré y Ozonificada).
- Hacer un estudio para evaluar que es lo que causa mayor sedimentación en el tipo de agua potable de Zamorano y la ozonificada.
- No mezclar el regulador de pH Sinercid Buffer[®] con el herbicida Fomesafen ya que reduce el efecto en el daño al follaje de las malezas.
- Repetir el experimento del Paraquat utilizando otros herbicidas de las mismas casas comerciales para dar más seguridad al estudio.

6. LITERATURA CITADA

Bustamante Espinoza, A. 2007. Efectos de tres reguladores de pH en la efectividad de Paraquat y Glifosato. Tesis. Ing. Agr. Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano.17p.

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

Gómez Vargas et al.: 2006. Efecto del pH del agua en la efectividad de tres herbicidas postemergentes. Ceiba 47(1-2):19-23.

Martínez, W; Meneses, E. 2008. Efecto de tres reguladores de pH en la efectividad de Glifosato y Fenoxaprop-p-etil. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo., Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 14 p.

Mis Solval. A. 2010. Efectividad de cletodim y glufosinato de amonio con cuatro reguladores de pH del agua. Proyecto especial de graduación de Ingeniería Agronómica, EAP, Zamorano. Honduras. 16 p.

Ramos Díaz et al.: 2009. La adición del regulador de pH Sinercid buffer reduce la efectividad del herbicida Fomesafen. Resumen. Ceiba 50(2):51.

Rodríguez, N. s.f. Calidad de agua y agroquímicos (en línea). Insumos Agronort. Buenos Aires, Argentina. Consultada jueves 30 de agosto del 2012. Disponible en: [http://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/Calidad%20de%20agua%20y%20agroqu%EDmicos%3A%20Agua%20y%20herbicidas%20\(2000\).pdf?op=d&documento_id=16](http://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/Calidad%20de%20agua%20y%20agroqu%EDmicos%3A%20Agua%20y%20herbicidas%20(2000).pdf?op=d&documento_id=16)

SAS[®]. 2007. User's Guide. Statistical Analysis System Inc. Carry., NC. USA. Version 9.01.

Syngenta. 2008. Ficha técnica del herbicida FLEX[®] (en línea). Consultado 04 de Julio 2012. Disponible en: <http://www.syngenta.com/country/cl/cl/soluciones/proteccioncultivos/Documents/Etiquetas/Flex.pdf>

Truelove, B. 1997. Research Methods in weed Science. Alabama, Auburn, United States, Saurthen Weed Science Society. 2nd edition. 22p.

