

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

**USO DE TRES ACIDIFICANTES PARA TITULAR VOLÚMENES DE AGUA A
NIVELES DE pH DESEABLES EN CAMPO**

Por:

Rodolfo Edgardo Medina Valdés

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Fitotecnia

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Octubre de 2000

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

Uso de tres acidificantes para titular volúmenes de agua a niveles de pH deseables
en campo

POR:

RODOLFO EDGARDO MEDINA VALDES

Que somete a la consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Aprobada
Presidente del Jurado

M.C. Antonio Valdez Oyevides

Sinodal

Sinodal

Dr. Jesús Loera Gallardo

M.C. Francisco Javier Valdez Oyervids

Sinodal

M.C. Leopldo Arce González

M.C. Reynaldo Alonso Velasco
El Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Octubre del 2000

DEDICATORIA

A mis padres María de los Angeles y Javier por haberme dado la vida, por protegerme, por apoyarme durante toda mi vida y en especial por apoyarme durante la etapa de mis estudios profesionales, por haberme guiado por el camino de la honestidad de la verdad y el trabajo y sobre todo por haberme iniciado e inculcado el amor a la naturaleza, las plantas, los animales y el clima.

A “Cuquis” mi amada esposa por todo el amor que me a brindado y por los tres hijos que me dio y por esa entrega de amor respeto y apoyo en las buenas y las malas.

- ❖ A mis tres hijos por obsequiarme amor, alegría cariño y toda mi vida.
- ❖ A mis Suegros.
- ❖ A todos mis hermanos con cariño
- ❖ A mis tíos todos.....

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater “ U.A.A.A.N” Con gran admiración y respeto y a mis maestros, por su actitud y tiempo dedicado a mi formación profesional y a mis compañeros por compartir esa gran etapa de nuestras vidas donde hubo de todo.....

Al Ph.D Jesus Loera Gallardo por la dirección y asesoría en todo el proceso y desarrollo de las actividades realizadas para el logro de este trabajo de investigación y mi gran admiración por esa gran entrega a la ciencia en bien de nuestra región y de México.

Al M.C. Antonio Valdez Oyervides Asesor principal de este trabajo, por su estricta revisión y sus consejos.

Al M.C. Francisco Javier Valdez Oyervides y M.C. Leopdo Arce González Miembros del jurado examinador.

A la Q.F.B. Idalia Garza Cano por su gran participación en lo referente a los trabajos de laboratorio que fueron básicos para obtener la información aquí presente.

A la Fundación Produce de Tamaulipas y a La unión regional Agrícola del Norte de Tamaulipas, por su apoyo financiero par a realizar este trabajo de investigación.

A el Campo Experimental de Río Bravo Tamaulipas Por el apoyo recibido para llevar a cabo el presente trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| INDICE DE CUADROS ----- | v |
| INTRODUCCIÓN ----- | 1 |
| OBJETIVOS ----- | 3 |
| HIPÓTESIS ----- | 3 |
| REVISION DE LITERATURA ----- | 4 |
| Los plaguicidas y el pH----- | 4 |
| El agua y el pH.----- | 8 |
| Sustancias acidificantes y el Ph----- | 9 |
| MATERIALES Y METODOS ----- | 12 |
| Localización Del Sitio Experimental.----- | 12 |
| Sustancias acidificantes utilizadas.----- | 12 |
| Equipo de Laboratorio Utilizado.----- | 12 |
| Reducción del pH en volúmenes de agua de 100 L y múltiplos----- | 14 |
| Metodología----- | 14 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN ----- | 17 |
| Reducción del pH en volúmenes de agua de 100 litros y múltiplos----- | 17 |
| Valores estimados del gasto de acidificantes para reducir el pH del agua----- | 19 |

| | |
|---|----|
| Tablas de referencia para uso de campo----- | 22 |
| Relación de las tablas de referencia para uso de campo----- | 27 |
| CONCLUSIONES ----- | 30 |
| RESUMEN ----- | 31 |
| BIBLIOGRAFÍA ----- | 31 |

C O N T E N I D O D E T A B L A S Y C U A D R O S

| Tabla | C O N T E N I D O | Página |
|----------------------|---|--------|
| 1 | Insecticidas de uso común en la Agricultura del Norte de Tamaulipas y su pH ideal. | 7 |
| 2 | Características de los acidificantes utilizados. | 13 |
| 3 | Gasto de ácido fosfórico para reducir el pH del agua en volúmenes de 100L y múltiplos. | 18 |
| 4 | Gasto de buffex para reducir el pH del agua en volúmenes de 100L y múltiplos. | 18 |
| 5 | Gasto de dap plus para reducir el pH del agua en volúmenes de 100L y múltiplos. | 19 |
| 6 | Tabla de referencia para reducir el pH de un volumen de agua de 100L utilizando ácido fosfórico | 24 |
| 7 | Tabla de referencia para reducir el pH de un volumen de agua del 100L utilizando buffex. | 24 |
| 8 | Tabla de referencia para reducir el pH de un volumen de agua del 100L utilizando dap plus. | 25 |
| 9 | Gasto de ácido fosfórico y el pH esperado en relación con el pH obtenido en cinco aguas diferentes. | 26 |
| 10 | Gasto de buffex y el pH esperado en relación con el pH obtenido en cinco aguas diferentes. | 28 |
| 11 | Gasto de dap plus y el pH esperado en relación con el pH obtenido en cinco aguas diferentes. | 29 |
| C U A D R O S | | |
| 1 | Ecuaciones resultantes de los análisis estadísticos para cada uno de los tratamientos. | 20 |
| 2 | Análisis de varianza para ácido fosfórico. | 20 |

| | | |
|---|--|----|
| 3 | Regresión obtenida para el producto ácido fosfórico. | 20 |
| 4 | Análisis de varianza para Buffex. | 21 |
| 5 | Regresión obtenida para el producto Buffex. | 21 |
| 6 | Análisis de varianza para Dap plus, | |
| | Regresión obtenida para el producto Dap plus | 21 |

INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas han jugado un papel vital en el esfuerzo del hombre para combatir a las plagas en la agricultura , en las áreas forestales, en las zonas urbanas y en la Industria. Su continuo uso es necesario para mantener la calidad y la cantidad de la producción. No obstante, para manejarlos de una manera mas eficiente y para no depender totalmente de ellos, deben ser integrados en cualquier programa de control que se establezca (Watson et al. 1975).

Cada plaguicida posee sus propiedades básicas, usos, riesgos y limitaciones. Un conocimiento de tales propiedades nos capacitará para obtener resultados mas efectivos y minimizará los riesgos de su uso.

Es muy posible que la investigación científica desarrolle métodos revolucionarios para el combate químico de las plagas, no obstante, el uso de los plaguicidas deberá ser siempre estricto y disciplinado ya que su uso inteligente es lo que los hace útiles al hombre (Jara 1976).

Existen muchos factores que afectan la actividad de los plaguicidas y le restan su efectividad biológica; entre ellos: la materia orgánica, la humedad y la textura del suelo, factores climáticos como la lluvia, la temperatura, la luz solar, el viento, asi

mismo, la dosificación, el tipo de boquillas, el cubrimiento de la aspersión, la mezcla de aspersión, entre otros (Fleck 1966, Miranda 1985).

En atención a la mezcla de aspersión y en especial referencia a la calidad del agua que se usa para tal mezcla, se ha observado que el grado de alcalinidad o acidez (pH) ha causado in efectividad de los plaguicidas (Montes y Martínez 1991).

Cada formulación plaguicida incluye en su etiqueta la información y recomendaciones respectivas para su manejo adecuado, sin embargo, no se informa acerca de las necesidades del pH del agua para cada formulación (Thompson 1976).

La calidad del agua que se utiliza en la aspersión de plaguicidas puede ocasionar la degradación del ingrediente activo en corto tiempo y consecuentemente un control ineficiente de las plagas. La mayoría de las aguas que se usan en la mezcla de plaguicidas en muchas regiones, es alcalina generalmente y la mayoría de ellos requieren agua con algún grado de acidez.

Existen sustancias químicas que pueden modificar la acidez ó alcalinidad (pH) u otra condición del agua, sin embargo, raramente son utilizadas debido a la escasa información para usarlas con cierta precisión de acuerdo a la calidad del agua y a las necesidades de un plaguicida determinado (Anónimo 1987).

Con el propósito de generar información práctica y aplicable en el campo, acerca del uso de acidificantes para modificar el pH del agua a niveles deseados, se desarrolló el presente estudio con los siguientes

OBJETIVOS

- Validar el gasto de tres acidificantes para modificar el pH de diversos volúmenes de agua.
- establecer tablas de referencia para modificar el pH de diversos volúmenes de agua mediante el uso de los acidificantes dap plus, ácido fosfórico y buffex.

HIPÓTESIS

El Ph del agua utilizada en los plaguicidas juega un papel determinante en la eficiencia de estos.

REVISION DE LITERATURA

Los plaguicidas y el pH

La mayoría de los plaguicidas actuales están formulados para ser aplicados usando agua como mezcla de aspersión. Muchos plaguicidas están sujetos a descomponerse debido a hidrólisis alcalina y pocos de ellos por hidrólisis ácida. Comúnmente los insecticidas son más propensos a la degradación en comparación con los fungicidas, herbicidas, defoliantes y reguladores de crecimiento (Reeves 1995. Anónimo 1987).

La reacción de un plaguicida con el agua puede ser influenciada marcadamente por el pH del agua y en general el proceso de hidrólisis es más rápido cuando existen altos ó bajos pH que en rango neutral. El proceso de hidrólisis continua hasta que el químico aplicado se ha secado en la superficie de la hoja y a ese punto la degradación cesará.

Por cada punto de pH incrementado, el grado de hidrólisis aumenta por un factor de 10. La regla general para contrarrestar la hidrólisis es aplicar la mezcla inmediatamente después de que ésta sea preparada. Otra medida crítica es agregar un buferizante al agua antes que se mezclen los químicos (Reves 1995).

Actualmente se ha demostrado que muchos plaguicidas de uso común se

hidrolizan y pierden su efectividad cuando se mezclan con agua de pH mayor de 7.

El pH del agua, óptimo para evitar el riesgo de hidrólisis de un plaguicida es de 4-6. Por otro lado, en algunos casos puede resultar contraproducente usar agua de bajo pH (niveles ácidos) ya que determinados productos se tornan fitotóxicos (Montes y Martínez 1991).

Los insecticidas del grupo organofosforados como el Curacron, Lorsban, Monitor, Orthene (Hall, 1950) y del grupo carbamatos como Lanate y Vydate (Whitehurst y Johnson, 1958) son los más susceptibles a la hidrólisis alcalina.

Montes y Martínez (1991), indican que en el caso del Insecticida Paratión Metílico se observa una degradación rápida al ser mezclado con agua alcalina ; el Malation se hidroliza también rápidamente en pH ligeramente alcalino ó menor de 3, pero su estabilidad es óptima en pH de 5 a 6.

Estos mismos autores continúan diciendo que el insecticida Lanate requiere ser mezclado con agua ácida cercana a neutra para ser más efectivo, obteniéndose buena estabilidad en pH de 6.

Asimismo comentan que la Cipermetrina es más estable en soluciones ácidas.

El Diazinon es estable en pH neutro mientras que el Furdan se optimiza en

pH de 4 a 6 el Benomil en pH de 7 dura estable sólo 12 minutos; el Lorsban es estable en soluciones neutras y ligeramente ácidas; Metamidofos es estable en pH de 6, se descompone rápidamente en pH mayor de 7. La permetrina es óptima en pH de 5.5 a 7.5; el Glifosato es óptimo en pH de 3.5; Oxamil es estable en pH ligeramente ácido.

El Carbaril es mejor en pH neutro ó ligeramente alcalino; Atrazina se descompone lentamente en soluciones alcalinas.

Un ejemplo crítico de hidrólisis alcalina es el del dimetoato; en pH de 6 dura estable 12 horas; en pH de 9.0 pierde la mitad de su eficacia en 48 minutos. Si no se corrige el pH de la mezcla al aplicar este plaguicida, se sufrirá una reducción de la efectividad biológica en las últimas hectáreas asperjadas (Reves 1995).

Por su parte las experiencias de técnicos y productores del Norte de Tamaulipas, mencionan que el pH ideal de los insecticidas más comunes utilizados en la Agricultura varía dentro de un rango de 3.0 -7.0.

Dada la importancia del Ph en la utilización de plaguicidas, estos han elaborado una tabla de recomendaciones, la cual mas bien es una guía para el uso eficiente de estos productos, dicha tabla de recomendaciones se presenta a continuación, pero es importante aclarar que el pH ideal de la mayoría es de 5.0 (Anónimo 1994).

Tabla 1. Insecticidas de uso común en la Agricultura del Norte de Tamaulipas y su pH

ideal.

| NOMBRE COMUN | NOMBRE COMERCIAL | pH IDEAL |
|----------------------|--|----------|
| Acefate | Orthene | 3 |
| Alfacipermetrina | Concord, Fastac, Renegade, Dominex | 5 |
| Azinfos Metil | Gusation, Guthion, Cotnion | 4 |
| Carbaryl | Sevin, Sevimol | 7 |
| Carbofuran | Furadan, Curater | 4 |
| Clorpirifos Etil | Lorsban, Dursban | 5 |
| Cyfluthrin | Baytroid | 4 |
| Cipermetrina | Sherpa, Arrivo, Cymbush, Ripcord, Polytrin | 4 |
| Deltametrina | Decis, K.Othrin, K.Obiol | 5 |
| Diazinon | Diazinon, Basudin, Diazol | 7 |
| Endosulfan | Thiodan, Thionex, Endosulfan | 6 |
| Esfenvalerate | Asana, Hallmark | 6 |
| Fenvalerate | Belmark, Pydrin | 6 |
| Lambda-Cyhalotrina | Karate | 6 |
| Malathion | Lucathion, Malathion | 7 |
| Metamidofos Monitor, | Monitor Tamaron 5 | 5 |
| Methomyl | Lannate, Methomyl | 6 |
| Monocrotofos | Azodrin, Nuvacron | 5 |
| Ometoato | Folimat | 4 |
| Oxamyl | Vidate | 5 |
| Oxidemeton Metil | Metasystox | 4 |
| Parathion Etflico | Parathion Etflico | 5 |
| Parathion Metilico | Folidol, Parathion Metilico | 5 |
| Permetrina | Ambush, Pounce, Talcord 4 | 4 |
| Terbufos | Counter | 5 |
| Thiodicarb | Larvin, Semevin | 5 |
| Atrazina | Gesaprim | 7 |

| | | |
|-----------------|------------------------|---|
| Bromoxinil | Brominal | 6 |
| Fluazifop-Butil | Fusilade | 4 |
| Glifosato | Faena, Lider, Round-up | 5 |
| Picloram | Tordon | 5 |
| Quizalofop-Etil | Assure | 5 |
| Thidiazuron | Dropp | 6 |
| Trifluralina | Treflan | 5 |

El agua y el pH

Cuando la efectividad biológica de un insecticida ó herbicida resulta nula, se especula que fue debido a una formulación de baja calidad o caducada, a una aplicación ineficiente, o por insectos resistentes a tales insumos, entre otros factores (Montes y Martínez 1991), sin embargo, en muchos casos, la razón ha sido la alcalinidad del agua usada en la mezcla de aspersión.

El pH del agua de un mismo sitio puede variar por influencia de la temperatura y/o por la época del año. Otros factores que influyen en el pH del agua es el contenido de sales y minerales como hierro, magnesio y calcio entre otros. El cambio en pH es usualmente hacia una condición alcalina (Anónimo 1981).

La variación del pH del agua de ríos en varios Estados de la Unión Americana varía de 6.2-9.0 pero se indica que de todas las fuentes de abastecimiento de agua, disponibles, el 5% son consideradas ácidas y el 95% restante contiene

suficiente alcalinidad natural como para producir niveles de 7.0-9.0 o mayores.

Medina 1997. Indica que el agua utilizada en la región del norte de Tamaulipas para las aspersiones de plaguicidas, la variación del pH, fluctúa dentro de un rango de 6.3-7.6 y su conductividad eléctrica (C.E.) de 1.1 a 10.2 dS/m.

La mayoría de los insecticidas y herbicidas que utilizamos requieren de agua con algún grado de acidez, dependiendo del producto ó del grupo químico al que pertenece.

Y continúa mencionando que la calidad del agua, respecto a su pH y C.E., es muy diversa entre localidades. Aguas con un pH mayor de 7, al ser mezcladas con algunos plaguicidas provocan su descomposición química o degradación, reacción comúnmente conocida como hidrólisis alcalina.

Y concluye comentando que una agua alcalina es mezclada con ciertos plaguicidas, éste es descompuesto en dos o más nuevos productos, incrementándose la velocidad de descomposición del tóxico y disminuyéndose su eficiencia.

El agua alcalina ocurre cuando los iones hidroxilo sobrepasan a los iones hidrogeno. (Hall 1950).

Sustancias acidificantes y el pH

Existen sustancias conocidas como acidificantes o agentes buferizantes que se añaden al tanque de aspersión para reducir las posibilidades de hidrólisis alcalina. Una vez que se determina el pH del agua y se requiere un pH menor indicado por el fabricante del plaguicida, se agrega la sustancia acidificante hasta lograr el nivel deseado (Reeves 1995, Anónimo 1987).

Existen diferentes tipos de acidificantes que además de bases ácidas contienen otras sustancias dispersoras, activadores, micro y macronutrientes. Es muy importante que estas sustancias acidificantes sean añadidas al agua antes que el plaguicida. Los plaguicidas generalmente se descomponen inmediatamente al estar en una solución alcalina (Reeves 1995).

En nuestra región, se ha usado el vinagre como sustancia acidificante, sin embargo, su uso ha sido meramente al azar en cuanto a las cantidades que deben ser añadidas al agua para reducir el pH.

Otros acidificantes que se están usando localmente incluyen a dap, dap plus, buffex, LI 700 y ácido fosfórico. Actualmente existen en el mercado, nuevas sustancias acidificantes de menor uso.

Dap plus y buffex indican en su etiqueta la cantidad necesaria que se debe añadir al agua para lograr determinado pH, además, dap plus indica el pH que se obtiene de acuerdo al tono de color que adquiere el agua.

Medina (1997) menciona que de éstos productos usados localmente, los mas eficientes y económicos son dap plus, buffex y ácido fosfórico.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Sitio Experimental:

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en el campo Experimental de Río Bravo Tamaulipas, durante el ciclo agrícola Primavera – Verano de 1999 el cual se encuentra localizado en la región agrícola de riego, del norte de Tamaulipas , cuyas coordenadas de localización geográfica son:

Sustancias acidificantes utilizadas

Los acidificantes usados en éste estudio fueron: 1.-dap plus, 2.-buffex y 3.- ácido fosfórico por sus características de eficiencia y economía mencionadas por Medina (1997) y por su disponibilidad en el mercado regional. Las características de estos acidificantes se describen en la Tabla 2.

Equipo de Laboratorio Utilizado

Para analizar, los productos anteriormente señalados (pH) se utilizo un Potenciómetro Beckman Expandomatic SS-2 el cual nos indico un pH de 2.3, 4.6 y 2.2 para dap plus, buffex y ácido fosfórico, respectivamente.

La Conductividad Eléctrica se midió con un Conductímetro YSI modelo 31 indicó valores de 50, 30 y 70, para dap plus, buffex y ácido fosfórico, respectivamente.

Tabla 2. Características de los acidificantes utilizados.

| ACIDIFICANTE | CARACTERÍSTICAS | pH | C.E. | COSTOlt EN PESOS |
|-----------------|---|-----|------|---------------------|
| Dap plus | Acidificantes y Reguladores del pH orgánicos 32 %. Polialcoholes y Glicoles (Dispersante, Penetrante y Antiespumante) 38 %. Disolventes y Coadyuvantes 30 %. | 2.3 | 50.0 | 44.25lt. |
| Buffex | Regulador del pH y Dureza del agua. Acidos Orgánicos Policarboxílicos 42 %. Sales de Acidos Orgánicos Policarboxílicos 45 %. | 4.6 | 30.0 | \$ 69.50kg. |
| ACIDO FOSFORICO | Acido Fosfórico 65 %. Como pentóxido 46 % . Fósforo como elemento 20 %. de Nitrógeno, 10% de Hierro 700 ppm. Zinc.400ppm. Manganeso 1 70 ppm.y cobre 25 ppm. | 2.2 | 70.0 | \$ 15.00lt. |

Para usar buffex, se considera la dureza del agua (ppm CaCo₃) y se indican los gramos de buffex/100L de agua para que los pH de 8.5, 7.5 y 6.5 pueda ser reducido a 5.5, 5.0 y 4.5.

Las recomendaciones para el ácido fosfórico se refieren solamente para su uso como fertilizante foliar.

El uso de dap plus está regido por la coloración que adopta el agua a medida que se va agregando éste acidificante, indicando un pH de 7-8 cuando la coloración se torna amarilla, de 6-7 cuando la coloración se torna ocre, y de 5-6 cuando la coloración

se torna rosada.

Reducción del pH del agua en volúmenes de 100 litros y múltiplos

Medina (1997), utilizó 6 acidificantes para reducir el pH de 21 clases de aguas, a niveles de 6.0, 5.5, 5.0, 4.5, 4.0, 3.5 y 3.0. En base a los resultados obtenidos cuando se usaron ácido fosfórico, buffex y dap plus (Tablas 3, 4 y 5), se realizó el presente ensayo, utilizando solamente 3 clases de agua (una para cada acidificante) cuyos valores originales fueron: 7.2 y 3.0, 6.8 y 2.2, 6.5 y 1.1, de pH y C.E. respectivamente. Estas tres clases de agua corresponden a las filas 2, 12 y 20 de las tablas 3, 4 y 5.

En las tablas 3, 4 y 5 en sus dos primeras columnas indican el pH y la C.E. original cada agua. En el resto de las columnas se indica el gasto de acidificante que fue necesario agregar a cada agua para obtener los pH deseados 6.0, 5.5, 5.0, 4.5, 4.0, 3.5 y 3.0, indicados en la parte superior de la tabla. Además del gasto de acidificante se reportó también la C.E. resultante.

Metodología

Las tres aguas en estudio fueron utilizadas en volúmenes de 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 y 1000L. para cubrir el rango de la capacidad de los tanques que se usan regionalmente en el campo para la aspersion de plaguicidas, para el manejo de estos volúmenes de agua se usó un recipiente de plástico negro

(rotoplast) de 1200litros de capacidad y para facilitar la medición de los diversos volúmenes, se conectó externamente una manguera de plástico transparente desde el orificio de salida en la base del recipiente hasta la parte superior del mismo.

La manguera se graduó a cada 100litros acumulados, a los 100 primeros litros de cada agua se le añadió el gasto de cada acidificante en proporción a lo gastado en 19 litros (Tablas 3, 4 y 5) para obtener cada pH deseado. Posteriormente se agregaron 100 litros de agua cada vez, hasta completar 1000 litros, dado que los volúmenes de agua fueron acumulados, así mismo se fue añadiendo la cantidad proporcional de cada acidificante en base a lo gastado en 19 litros de agua.

Cada vez que se añadió un volumen de 100litros de agua, se procedió a su agitación durante un minuto mediante una corriente de aire introducida a través de la manguera de plástico graduada.

Es importante mencionar que en el presente trabajo solamente se utilizaron los datos relacionados con el uso de los acidificantes ácido fosfórico, buffex y dap plus (Tablas 3, 4 y 5) con el propósito de generalizarlos y hacerlos útiles para ser aplicables a cualquier clase de agua, como resultado de este trabajo se obtuvieron tablas de referencia para uso de campo las cuales se elaboraron en base a los valores estimados de gasto de cada acidificante.

Para obtener tales valores estimados, todos los datos de las tablas mencionadas fueron analizados estadísticamente en base a diagnósticos de regresión y

adecuación de modelos, utilizando el valor de la C.E. de las aguas como la variable dependiente y el gasto de los acidificantes como la variable independiente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Reducción del pH del agua en volúmenes de 100 litros y múltiplos

Cuando se usó Acido fosfórico para reducir el pH del agua en diversos volúmenes en múltiplos de 100 litros, los pH deseados de 6.0, 5.5, 5.0, 4.5, 4.0, 3.5 y 3.0 fueron iguales o difirieron en (1-2 décimas de los pH obtenidos considerando todos los casos de los diversos volúmenes de agua estudiados (Tabla 3).

Resultados similares fueron obtenidos cuando se usó Buffex. Los pH deseados de 6.0, 5.5, 5.0, 4.5, 4.0, 3.5 y 3.0 fueron iguales o difirieron en una décima de los pH obtenidos considerando todos los casos de los diversos volúmenes de agua estudiados (Tabla 4).

En el caso de dap plus, resultados semejantes a los anteriores fueron obtenidos ya que los pH deseados de 6.0, 5.5, 5.0, 4.5, 4.0, 3.5 y 3.0 fueron iguales o difirieron en una décima de los pH obtenidos considerando todos los casos de los diversos volúmenes de agua estudiados.

Es de considerarse que estas ligeras desviaciones de 1-2 décimas entre los pH deseados y los pH obtenidos no resulten significativas en la práctica y se asume que hayan sido como resultado de la apreciación de las lecturas en el potenciómetro. Asi mismo, tales desviaciones existieron en todos los casos, independientemente del volumen de agua usado.

Tabla 3. Gasto de ácido fosfórico para reducir el pH del agua en volúmenes de 100 litros y múltiplos.

| A g u a | | p H | | | D e s e a d o | | | | |
|--------------------|-----|----------|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|
| Ph | C E | (litros) | 6.0 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| pH Obtenido | | | | | | | | | |
| 7.2 | 3.0 | 100 | 5.9 | 5.5 | 5.0 | 4.4 | 4.1 | 3.4 | 3.1 |
| " | " | 200 | 5.9 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.1 | 3.4 | 3.1 |
| " | " | 300 | 6.0 | 5.5 | 4.9 | 4.4 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 400 | 5.9 | 5.5 | 5.1 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 500 | 5.9 | 5.6 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.6 | 3.2 |
| " | " | 600 | 6.0 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 700 | 6.0 | 5.4 | 4.9 | 4.5 | 4.0 | 3.6 | 3.0 |
| " | " | 800 | 5.9 | 5.5 | 5.0 | 4.6 | 4.1 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 900 | 6.0 | 5.5 | 5.1 | 4.5 | 4.0 | 3.6 | 3.1 |
| " | " | 1000 | 6.0 | 5.5 | 5.1 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.1 |

Tabla 4. Gasto de buffex para reducir el pH del agua en volúmenes de 100 litros y múltiplos

| A g u a | | p H | | | D e s e a d o | | | | |
|--------------------|-----|--------|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|
| pH | C E | litros | 6.0 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| pH Obtenido | | | | | | | | | |
| 6.8 | 2.2 | 100 | 6.0 | 5.4 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 300 | 5.9 | 5.4 | 5.0 | 4.4 | 4.1 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 400 | 5.9 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.4 | 3.1 |
| " | " | 500 | 6.0 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 600 | 6.0 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 700 | 5.9 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 800 | 6.0 | 5.5 | 5.0 | 4.4 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 900 | 6.0 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.1 |
| " | " | 1000 | 6.0 | 5.5 | 5.1 | 4.5 | 4.0 | 3.4 | 3.0 |

Tabla 5. Gasto de dap plus para reducir el pH del agua en volúmenes de 100 litros y múltiplos.

| A g u a | | p H D e s e a d o | | | | | | | |
|--------------------|-----|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| pH | C E | litros | 6.0 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| pH Obtenido | | | | | | | | | |
| 6.5 | 1.1 | 100 | 5.9 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 200 | 5.9 | 5.4 | 5.0 | 4.5 | 4.1 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 300 | 6.0 | 5.5 | 5.0 | 4.4 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 400 | 6.0 | 5.5 | 5.1 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 500 | 6.0 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 600 | 6.0 | 5.6 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 700 | 6.1 | 5.5 | 5.1 | 4.4 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |
| " | " | 800 | 6.0 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.1 | 3.5 | 3.1 |
| " | " | 900 | 6.0 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.4 | 3.0 |
| " | " | 1000 | 6.1 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.0 |

Valores estimados del gasto de acidificantes para reducir el pH del agua

Los valores estimados del gasto de los acidificantes para reducir el pH de cualquier clase de agua indicaron que: para una clase de agua con determinado C.E., corresponde un gasto de acidificante que debe ser agregado para obtener cierto pH esperado. Estos resultados se refieren a volúmenes de 19 lts. de agua.

Las ecuaciones resultantes de los análisis estadísticos que sirvieron de base para elaborar las tablas de referencia fueron:

Cuadro 1. Ecuaciones resultantes de los análisis estadísticos para cada uno de los tratamientos.

Ácido fosfórico: $y = 6.5049 + 0.1452$ (C.E.) – 0.4932 (gasto)

Buffex: $y = 6.0300 + 0.1252$ (C.E.) – 0.1103 (gasto)

Dap plus: $y = 6.4991 + 0.0830$ (C.E.) – 0.2112 (gasto)

Cuadro 2. Análisis de varianza para el producto ácido fosfórico.

| F.V | GL | SC | CM | F CALC. | F TAB. |
|--------|-----|-----------|-----------|----------|--------|
| Modelo | 2 | 473.80145 | 236.90073 | 1480.599 | 0.0001 |
| Error | 294 | 47.04097 | 0.16000 | | |
| total | 296 | 520.84242 | | | |

Cuadro 3 Regresión obtenida para el producto ácido fosfórico.

| VARIABLE | GL | Parametro Estimado | Error Estandar | T para HO: PARAMETRO = 0 | prob>T |
|----------|----|--------------------|----------------|--------------------------|--------|
| C.E. | 1 | 6.504868 | 79.240 | 0.08209089 | 0.0001 |
| Gasto | 1 | 0.145196 | 8.234 | 0.01763312 | 0.0001 |
| | 1 | -0.493224 | -53.172 | -53.172 | 0.0001 |

$r^2=0.9097$

Cuadro 3. Análisis de varianza para el producto Buffex

| F V | G.L. | S.C. | C.M. | F TAB. | F CALC. |
|--------|------|-----------|----------|----------|---------|
| Modelo | 2 | 114.10143 | 57.05072 | 1094.513 | 0.0001 |
| Error | 401 | 20.90183 | 0.05212 | | |
| total | 403 | 135.00327 | | | |

Cuadro 4 Regresión calculada y obtenida para el producto Buffex

| VARIABLE | G.L. | PARAMETRO ESTIMADO | ERROR ESTANDAR | T" PARA HO PARAMETRO "0" | prob>T |
|------------|------|--------------------|----------------|--------------------------|--------|
| Intercepto | 1 | 6.029979 | 0.03667010 | 164.439 | 0.0000 |
| C.E. | 1 | 0.125166 | 0.00853673 | 14.662 | 0.0001 |
| Gasto | 1 | -0.110289 | 0.00250303 | -44.062 | 0.0001 |

$$r^2=0.8452$$

Cuadro. 5 Análisis de varianza con las observaciones seleccionadas para dap plus.

| F V | G.L. | S.C. | C.M. | F TAB. | F CALC. |
|--------|------|-----------|----------|---------|---------|
| Modelo | 2 | 119.75636 | 59.87818 | 378.290 | 0.0001 |
| Error | 233 | 36.88076 | 0.15829 | | |
| Total | 235 | 156.63712 | | | |

Cuadro 6 Regresión calculada y obtenida para el producto dap plus.

| VARIABLE | G.L. | PARAMETRO ESTIMADO | ERROR ESTANDAR | T" PARA HO PARAMETRO "0" | prob>T |
|----------|------|--------------------|----------------|--------------------------|--------|
| C.E. | 1 | 6.029979 | 0.03667010 | 164.439 | 0.0000 |
| Gasto | 1 | 0.125166 | 0.00853673 | 14.662 | 000001 |
| | 1 | -0.110289 | 0.00250303 | -44.062 | 000001 |

$$r^2=0.7645$$

Tablas de referencia para uso de campo

En base a los análisis y ecuaciones anteriores se elaboraron las tablas 9, 10 y 11 que se refieren a los valores de pH que se pueden obtener en cualquier agua cuando se utiliza ácido fosfórico, buffex o dap plus, respectivamente.

Los pH esperados que se pueden obtener utilizando estas tablas están dentro de un rango 7.46-2.21 cuando se usa ácido fosfórico. Cuando se usa buffex los pH esperados que se pueden obtener varían de 7.17-5.16 y con dap plus su rango oscila entre 7.12-4.68.

Las tablas (6, 7 y 8) de referencia están constituidas de la siguiente manera:

- a) Porción superior: valores de C.E. (micromhos) desde 1.0 (1000 micromhos) hasta 10.0 (10000 micromhos), aunque la mayoría de las aguas regionales varían de 1.0-5.0 de C.E.
- b) Margen izquierdo: gasto de acidificante en múltiplos de 10 iniciando en 20 y hasta 160 cc o gr.
- c) Area sombreada: valores de pH que se pueden obtener.

Para el manejo de las tablas se enlistan las siguientes indicaciones:

- 1) Medir la C.E del agua que se va a utilizar.
- 2) El valor de la C.E. sirve de entrada a la tabla.
- 3) En la columna (área sombreada) indicada por el valor de la C.E., se busca el valor del pH que se requiere.
- 4) En la columna del margen izquierdo en la posición del pH seleccionado, se indica gasto de acidificante que se debe agregar para obtener el pH que se requiere.
- 5) Cuando algún valor de C.E., pH o gasto de acidificante, no coincida exactamente con los anotados en las tablas, deberá usarse el valor más cercano o bien, calcularse.

Estas tablas contienen los cálculos para volúmenes de 100 L de agua. Para otros volúmenes es necesario usar la cantidad proporcional.

Los resultados de los análisis estadísticos **indicaron $r^2=0.8452$, 0.7645 y 0.9097** para buffex, dap plus y ácido fosfórico, respectivamente. Estos valores representan la máxima confiabilidad que se puede obtener ya que prácticamente cada agua es diferente aún cuando su C.E. sea igual.

Dos o más aguas pueden tener la misma C.E. pero su contenido de sales, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos etc que finalmente conforman la C.E. comúnmente difieren en cantidad.

Tabla 6. Tabla de referencia para reducir el pH de un volumen de agua de 100 litros utilizando ácido fosfórico

| Acido fosfórico c.c. | C o n d u c t i v i d a d e l é c t r i c a d e l a g u a (micromhos) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 | 5000 | 5500 | 6000 | 6500 | 7000 | 7500 | 8000 | 8500 | 9000 | 9500 | 10000 |
| 20 | 6.16 | 6.23 | 6.30 | 6.37 | 6.45 | 6.52 | 6.59 | 6.67 | 6.74 | 6.81 | 6.88 | 6.96 | 7.03 | 7.10 | 7.17 | 7.25 | 7.32 | 7.39 | 7.46 |
| 30 | 5.91 | 5.98 | 6.06 | 6.13 | 6.20 | 6.27 | 6.35 | 6.42 | 6.49 | 6.56 | 6.64 | 6.71 | 6.78 | 6.85 | 6.93 | 7.00 | 7.07 | 7.14 | 7.22 |
| 40 | 5.66 | 5.74 | 5.81 | 5.88 | 5.95 | 6.03 | 6.10 | 6.17 | 6.24 | 6.32 | 6.39 | 6.46 | 6.53 | 6.61 | 6.68 | 6.75 | 6.83 | 6.90 | 6.97 |
| 50 | 5.42 | 5.49 | 5.56 | 5.63 | 5.71 | 5.78 | 5.85 | 5.93 | 6.00 | 6.07 | 6.14 | 6.22 | 6.29 | 6.36 | 6.43 | 6.51 | 6.58 | 6.65 | 6.72 |
| 60 | 5.17 | 5.24 | 5.32 | 5.39 | 5.46 | 5.53 | 5.61 | 5.68 | 5.75 | 5.82 | 5.90 | 5.97 | 6.04 | 6.11 | 6.19 | 6.26 | 6.33 | 6.40 | 6.48 |
| 70 | 4.92 | 5.00 | 5.07 | 5.14 | 5.21 | 5.29 | 5.36 | 5.43 | 5.50 | 5.58 | 5.65 | 5.72 | 5.80 | 5.87 | 5.94 | 6.01 | 6.09 | 6.16 | 6.23 |
| 80 | 4.68 | 4.75 | 4.82 | 4.90 | 4.97 | 5.04 | 5.11 | 5.19 | 5.26 | 5.33 | 5.40 | 5.48 | 5.55 | 5.62 | 5.69 | 5.77 | 5.84 | 5.91 | 5.98 |
| 90 | 4.43 | 4.50 | 4.58 | 4.65 | 4.72 | 4.79 | 4.87 | 4.94 | 5.01 | 5.08 | 5.16 | 5.23 | 5.30 | 5.37 | 5.45 | 5.52 | 5.59 | 5.66 | 5.74 |
| 100 | 4.18 | 4.26 | 4.33 | 4.40 | 4.47 | 4.55 | 4.62 | 4.69 | 4.76 | 4.84 | 4.91 | 4.98 | 5.06 | 5.13 | 5.20 | 5.27 | 5.35 | 5.42 | 5.49 |
| 110 | 3.94 | 4.01 | 4.08 | 4.16 | 4.23 | 4.30 | 4.37 | 4.45 | 4.52 | 4.59 | 4.66 | 4.74 | 4.81 | 4.88 | 4.95 | 5.03 | 5.10 | 5.17 | 5.24 |
| 120 | 3.69 | 3.76 | 3.84 | 3.91 | 3.98 | 4.05 | 4.13 | 4.20 | 4.27 | 4.34 | 4.42 | 4.49 | 4.56 | 4.63 | 4.71 | 4.78 | 4.85 | 4.93 | 5.00 |
| 130 | 3.44 | 3.52 | 3.59 | 3.66 | 3.73 | 3.81 | 3.88 | 3.95 | 4.03 | 4.10 | 4.17 | 4.24 | 4.32 | 4.39 | 4.46 | 4.53 | 4.61 | 4.68 | 4.75 |
| 140 | 3.20 | 3.27 | 3.34 | 3.42 | 3.49 | 3.56 | 3.63 | 3.71 | 3.78 | 3.85 | 3.92 | 4.00 | 4.07 | 4.14 | 4.21 | 4.29 | 4.36 | 4.43 | 4.50 |
| 150 | 2.95 | 3.02 | 3.10 | 3.17 | 3.24 | 3.31 | 3.39 | 3.46 | 3.53 | 3.60 | 3.68 | 3.75 | 3.82 | 3.89 | 3.97 | 4.04 | 4.11 | 4.19 | 4.26 |
| 160 | 2.70 | 2.78 | 2.85 | 2.92 | 2.99 | 3.07 | 3.14 | 3.21 | 3.29 | 3.36 | 3.43 | 3.50 | 3.58 | 3.65 | 3.72 | 3.79 | 3.87 | 3.94 | 4.01 |
| 170 | 2.46 | 2.53 | 2.60 | 2.68 | 2.75 | 2.82 | 2.89 | 2.97 | 3.04 | 3.11 | 3.18 | 3.26 | 3.33 | 3.40 | 3.47 | 3.55 | 3.62 | 3.69 | 3.76 |
| 180 | 2.21 | 2.28 | 2.36 | 2.43 | 2.50 | 2.57 | 2.65 | 2.72 | 2.79 | 2.86 | 2.94 | 3.01 | 3.08 | 3.16 | 3.23 | 3.30 | 3.37 | 3.45 | 3.52 |

PRODUCTO UTILIZADO: Acido fosfórico (grado agricola) fertilizante foliar liquido: Acido fosfórico 60%, Fósforo como P_2O_5 43%, Fósforo 19%, Hierro 700ppm, Zinc 400ppm, Manganeso 170 ppm, Cobre 25ppm.

Tabla 7 de referencia para reducir el pH de un volumen de 100 litros de agua utilizando Buffex

| BUFFEX Gr. | C o n d u c t i v i d a d e l é c t r i c a d e l a g u a | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 | 5000 | 5500 | 6000 | 6500 | 7000 | 7500 | 8000 | 8500 | 9000 | 9500 | 10000 |
| 20 | 6.04 | 6.11 | 6.17 | 6.23 | 6.30 | 6.36 | 6.42 | 6.48 | 6.55 | 6.61 | 6.67 | 6.73 | 6.80 | 6.86 | 6.92 | 6.98 | 7.05 | 7.11 | 7.17 |
| 30 | 5.93 | 6.05 | 6.11 | 6.18 | 6.24 | 6.30 | 6.37 | 6.43 | 6.49 | 6.55 | 6.62 | 6.68 | 6.74 | 6.80 | 6.87 | 6.93 | 6.99 | 7.05 | 7.12 |
| 40 | 5.93 | 6.00 | 6.06 | 6.12 | 6.19 | 6.25 | 6.31 | 6.37 | 6.44 | 6.50 | 6.56 | 6.62 | 6.69 | 6.75 | 6.81 | 6.87 | 6.94 | 7.00 | 7.06 |
| 50 | 5.88 | 5.94 | 6.00 | 6.07 | 6.13 | 6.19 | 6.26 | 6.32 | 6.38 | 6.44 | 6.51 | 6.57 | 6.63 | 6.69 | 6.76 | 6.82 | 6.88 | 6.94 | 7.01 |
| 60 | 5.82 | 5.89 | 5.95 | 6.01 | 6.07 | 6.14 | 6.20 | 6.26 | 6.33 | 6.39 | 6.45 | 6.51 | 6.58 | 6.64 | 6.70 | 6.76 | 6.83 | 6.89 | 6.95 |
| 70 | 5.77 | 5.83 | 5.89 | 5.96 | 6.02 | 6.08 | 6.14 | 6.21 | 6.27 | 6.33 | 6.40 | 6.46 | 6.52 | 6.58 | 6.65 | 6.71 | 6.77 | 6.83 | 6.90 |
| 80 | 5.71 | 5.78 | 5.84 | 5.90 | 5.96 | 6.03 | 6.09 | 6.15 | 6.21 | 6.28 | 6.34 | 6.40 | 6.47 | 6.53 | 6.59 | 6.65 | 6.72 | 6.78 | 6.84 |
| 90 | 5.66 | 5.72 | 5.78 | 5.85 | 5.91 | 5.97 | 6.03 | 6.10 | 6.16 | 6.22 | 6.28 | 6.35 | 6.41 | 6.47 | 6.54 | 6.60 | 6.66 | 6.72 | 6.79 |
| 100 | 5.60 | 5.67 | 5.73 | 5.79 | 5.85 | 5.92 | 5.98 | 6.04 | 6.10 | 6.17 | 6.23 | 6.29 | 6.35 | 6.42 | 6.48 | 6.54 | 6.61 | 6.67 | 6.73 |
| 110 | 5.55 | 5.61 | 5.67 | 5.74 | 5.80 | 5.86 | 5.92 | 5.99 | 6.05 | 6.11 | 7.17 | 6.24 | 6.30 | 6.36 | 6.42 | 6.49 | 6.55 | 6.61 | 6.68 |
| 120 | 5.49 | 5.56 | 5.62 | 5.68 | 5.74 | 5.81 | 5.87 | 5.93 | 5.99 | 6.06 | 6.12 | 6.18 | 6.24 | 6.31 | 6.37 | 6.43 | 6.50 | 6.56 | 6.62 |
| 130 | 5.44 | 5.50 | 5.56 | 5.63 | 5.69 | 5.75 | 5.81 | 5.88 | 5.94 | 6.00 | 6.06 | 6.13 | 6.19 | 6.25 | 6.31 | 6.38 | 6.44 | 6.50 | 6.57 |
| 140 | 5.38 | 5.45 | 5.51 | 5.57 | 5.63 | 5.70 | 5.76 | 5.82 | 5.88 | 5.95 | 6.01 | 6.07 | 6.13 | 6.20 | 6.26 | 6.32 | 6.38 | 6.45 | 6.51 |
| 150 | 5.33 | 5.39 | 5.45 | 5.52 | 5.58 | 5.64 | 5.70 | 5.77 | 5.83 | 5.89 | 5.95 | 6.02 | 6.08 | 6.14 | 6.20 | 6.27 | 6.33 | 6.39 | 6.45 |
| 160 | 5.27 | 5.34 | 5.40 | 5.46 | 5.52 | 5.59 | 5.65 | 5.71 | 5.77 | 5.84 | 5.90 | 5.96 | 6.02 | 6.09 | 6.15 | 6.21 | 6.27 | 6.34 | 6.40 |
| 170 | 5.22 | 5.28 | 5.34 | 5.41 | 5.47 | 5.53 | 5.59 | 5.66 | 5.72 | 5.78 | 5.84 | 5.91 | 5.97 | 6.03 | 6.09 | 6.16 | 6.22 | 6.28 | 6.34 |
| 180 | 5.16 | 5.23 | 5.29 | 5.35 | 5.41 | 5.48 | 5.54 | 5.60 | 5.66 | 5.73 | 5.79 | 5.85 | 5.91 | 5.98 | 6.04 | 6.10 | 6.16 | 6.23 | 6.29 |

Producto utilizado Buffex: Regulador del pH y dureza del agua : Acidos orgánicos policarboxilicos 42% en peso, sales de ácidos orgánicos policarboxilicos 45% en peso

Tabla 8. Tabla de referencia para reducir el pH de un volumen de agua de 100 litros utilizando dap

| Dap plus c.c. | C o n d u c t i v i d a d e l é c t r i c a d e l a g u a (micromh) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 | 5000 | 5500 | 6000 | 6500 | 7000 | 7500 | 8000 | 8500 | 9000 |
| 20 | 6.37 | 6.41 | 6.45 | 6.50 | 6.54 | 6.58 | 6.62 | 6.66 | 6.70 | 6.74 | 6.79 | 6.83 | 6.87 | 6.91 | 6.95 | 6.99 | 7.03 |
| 30 | 6.27 | 6.31 | 6.35 | 6.39 | 6.43 | 6.47 | 6.51 | 6.56 | 6.60 | 6.64 | 6.68 | 6.72 | 6.76 | 6.80 | 6.85 | 6.89 | 6.93 |
| 40 | 6.16 | 6.20 | 6.24 | 6.28 | 6.33 | 6.37 | 6.41 | 6.45 | 6.49 | 6.53 | 6.57 | 6.62 | 6.66 | 6.70 | 6.74 | 6.78 | 6.82 |
| 50 | 6.05 | 6.10 | 6.14 | 6.18 | 6.22 | 6.26 | 6.30 | 6.34 | 6.39 | 6.43 | 6.47 | 6.51 | 6.55 | 6.59 | 6.64 | 6.68 | 6.72 |
| 60 | 5.95 | 5.99 | 6.03 | 6.07 | 6.11 | 6.16 | 6.20 | 6.24 | 6.28 | 6.32 | 6.36 | 6.41 | 6.45 | 6.49 | 6.53 | 6.57 | 6.61 |
| 70 | 5.84 | 5.88 | 5.93 | 5.97 | 6.01 | 6.05 | 6.09 | 6.13 | 6.17 | 6.22 | 6.26 | 6.30 | 6.34 | 6.38 | 6.42 | 6.47 | 6.51 |
| 80 | 5.74 | 5.78 | 5.82 | 5.86 | 5.90 | 5.94 | 5.99 | 6.03 | 6.07 | 6.11 | 6.15 | 6.19 | 6.24 | 6.28 | 6.32 | 6.36 | 6.40 |
| 90 | 5.63 | 5.67 | 5.71 | 5.76 | 5.80 | 5.84 | 5.88 | 5.92 | 5.96 | 6.01 | 6.05 | 6.09 | 6.13 | 6.17 | 6.21 | 6.25 | 6.30 |
| 100 | 5.53 | 5.57 | 5.61 | 5.65 | 5.69 | 5.73 | 5.78 | 5.82 | 5.86 | 5.90 | 5.94 | 5.98 | 6.02 | 6.07 | 6.11 | 6.15 | 6.19 |
| 110 | 5.42 | 5.46 | 5.50 | 5.54 | 5.59 | 5.63 | 5.67 | 5.71 | 5.75 | 5.79 | 5.84 | 5.88 | 5.92 | 5.96 | 6.00 | 6.04 | 6.08 |
| 120 | 5.31 | 5.36 | 5.40 | 5.44 | 5.48 | 5.52 | 5.56 | 5.61 | 5.65 | 5.69 | 5.73 | 5.77 | 5.81 | 5.85 | 5.90 | 5.94 | 5.98 |
| 130 | 5.21 | 5.25 | 5.29 | 5.33 | 5.38 | 5.42 | 5.46 | 5.50 | 5.54 | 5.58 | 5.62 | 5.67 | 5.71 | 5.75 | 5.79 | 5.83 | 5.87 |
| 140 | 5.10 | 5.15 | 5.19 | 5.23 | 5.27 | 5.31 | 5.35 | 5.39 | 5.44 | 5.48 | 5.52 | 5.56 | 5.60 | 5.64 | 5.68 | 5.73 | 5.77 |

Relación de las tablas de referencia para uso de campo

En las tablas se presentan los valores correspondientes a la validación del gasto de los acidificantes utilizados, de acuerdo a los datos de las tablas de referencia,

En todos los casos se observaron diferencias en mayor o menor cantidad. Sin embargo, cuando se validaron los datos de ácido fosfórico (Tabla 12) se observó que el 75% de las desviaciones (diferencias entre el pH observado y el esperado) fue de 0.25 de pH o menos. Existió un rango total de desviaciones entre -0.29 a $+0.22$.

Cuando se validaron los datos de buffex (Tabla 13) el 50% de las desviaciones fue de 0.25 de pH o menos. Existió un rango total de desviaciones entre $+0.09$ a $+0.58$.

Cuando se validaron los datos de dap plus (Tabla 14) el 45% de las desviaciones fue de 0.25 de pH o menos. Existió un rango total de desviaciones entre -0.29 a $+0.88$.

De acuerdo a estas observaciones y a los valores de r^2 determinados, se deduce que los pH obtenidos cuando se usa ácido fosfórico son mas aproximados a los pH esperados en comparación a cuando se usan dap plus o buffex. Asi mismo, buffex resultó ligeramente mas eficiente que dap plus.

Tabla 9. Gasto de ácido fosfórico y el pH esperado en relación con el pH obtenido en cinco aguas diferentes.

| pH | Agua C.E. | Gasto | pH Obtenido | pH Esperado | Desviación |
|-----|--------------|-------|----------------|----------------|------------|
| 6.8 | 1.6 | 40 | 5.9 | 5.76 | +0.14 |
| " | " | 80 | 3.8 | 4.77 | -0.97 |
| " | " | 120 | 3.0 | 3.78 | -0.78 |
| " | " | 160 | 2.7 | 2.80 | -0.10 |
| 6.8 | 1.8 | 40 | 5.9 | 5.79 | +0.11 |
| " | " | 80 | 4.5 | 4.80 | -0.30 |
| " | " | 120 | 3.5 | 3.81 | -0.31 |
| " | " | 160 | 2.6 | 2.83 | -0.23 |
| 6.7 | 1.2 | 40 | 5.7 | 5.69 | +0.01 |
| " | " | 80 | 4.5 | 4.72 | -0.22 |
| " | " | 120 | 3.5 | 3.71 | -0.21 |

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|------|-------|
| “ | “ | 160 | 2.6 | 2.73 | -0.13 |
| 6.8 | 2.5 | 40 | 6.1 | 5.88 | +0.22 |
| “ | “ | 80 | 5.0 | 4.90 | +0.10 |
| “ | “ | 120 | 4.0 | 3.91 | +0.09 |
| “ | “ | 160 | 2.7 | 2.92 | -0.22 |
| 6.9 | 2.7 | 40 | 6.0 | 6.01 | -0.01 |
| “ | “ | 80 | 4.9 | 4.93 | -0.03 |
| “ | “ | 120 | 4.1 | 3.93 | +0.17 |
| “ | “ | 160 | 2.5 | 2.94 | -0.44 |

Tabla 10. Gasto de buffex y el pH esperado en relación con el pH obtenido en cinco aguas diferentes.

| Agua pH | C:E: | Gasto | pH Obtenido | pH Esperado | Desviación |
|------------|------|-------|----------------|----------------|------------|
| 6.8 | 1.6 | 40 | 6.5 | 6.01 | +0.49 |
| “ | “ | 80 | 6.2 | 5.80 | +0.40 |
| “ | “ | 120 | 5.8 | 5.58 | +0.22 |
| “ | “ | 160 | 5.5 | 5.36 | +0.14 |
| 6.8 | 1.8 | 40 | 6.5 | 6.05 | +0.45 |
| “ | “ | 80 | 6.0 | 5.82 | +0.18 |
| “ | “ | 120 | 5.7 | 5.60 | +0.10 |
| “ | “ | 160 | 5.5 | 5.38 | +0.12 |
| 6.7 | 1.2 | 40 | 6.1 | 5.97 | +0.13 |
| “ | “ | 80 | 6.0 | 5.75 | +0.25 |
| “ | “ | 120 | 5.7 | 5.53 | +0.17 |
| “ | “ | 160 | 5.4 | 5.31 | 0.09 |
| 6.8 | 2.5 | 40 | 6.5 | 6.12 | +0.38 |
| “ | “ | 80 | 6.4 | 5.90 | +0.50 |
| “ | “ | 120 | 6.2 | 5.68 | +0.52 |
| “ | “ | 160 | 5.6 | 5.46 | +0.14 |
| 6.9 | 2.7 | 40 | 6.7 | 6.15 | +0.55 |
| “ | “ | 80 | 6.5 | 5.92 | +0.58 |
| “ | “ | 120 | 6.0 | 5.70 | +0.30 |
| “ | “ | 160 | 5.8 | 5.48 | +0.32 |

Tabla 11. Gasto de dap plus y el pH esperado en relación con el pH obtenido en cinco aguas diferentes.

| Agua pH | C.E. | Gasto | pH Obtenido | pH Esperado | Desviación |
|------------|------|-------|----------------|----------------|------------|
| 6.8 | 1.6 | 40 | 6.6 | 6.21 | +0.39 |
| “ | “ | 80 | 6.1 | 5.79 | +0.31 |
| “ | “ | 120 | 5.5 | 5.37 | +0.13 |
| “ | “ | 160 | 5.0 | 4.94 | +0.06 |
| 6.8 | 1.8 | 40 | 6.2 | 6.23 | -0.03 |

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|------|-------|
| “ | “ | 80 | 5.9 | 5.81 | +0.09 |
| “ | “ | 120 | 5.1 | 5.39 | -0.29 |
| “ | “ | 160 | 4.8 | 4.96 | -0.16 |
| 6.7 | 1.2 | 40 | 6.4 | 6.18 | +0.22 |
| “ | “ | 80 | 5.6 | 5.75 | -0.15 |
| “ | “ | 120 | 5.2 | 5.33 | -0.13 |
| “ | “ | 160 | 5.0 | 4.90 | +0.10 |
| 6.8 | 2.5 | 40 | 6.6 | 6.28 | +0.32 |
| “ | “ | 80 | 6.3 | 5.86 | +0.44 |
| “ | “ | 120 | 6.1 | 5.44 | +0.66 |
| “ | “ | 160 | 5.9 | 5.02 | +0.88 |
| 6.9 | 2.7 | 40 | 6.6 | 6.30 | +0.30 |
| “ | “ | 80 | 6.3 | 5.88 | +0.42 |
| “ | “ | 120 | 6.0 | 5.45 | +0.55 |
| “ | “ | 160 | 5.7 | 5.03 | +0.67 |

CONCLUSIONES

1. Una vez que se conoce el gasto de un acidificante para reducir el pH a cualquier nivel, de determinado volumen de agua, se podrá usar el gasto proporcional de ese acidificante en un volumen diferente de la misma agua para reducir el pH al mismo nivel, como se observó para los acidificantes ácido fosfórico, buffex y dap plus usados en el estudio.
2. Se elaboraron tablas de referencia para usar ácido fosfórico, buffex y dap plus como acidificantes para reducir el pH del agua cuya utilidad es aplicable en campo de acuerdo a las necesidades de los plaguicidas .
3. Las tablas de referencia fueron elaboradas en base al valor de la C.E. original del agua.
4. Las tablas de referencia indican el gasto de ácido fosfórico, buffex y dap plus para acidificar cualquier clase de agua de la región hasta niveles mínimos de 2.21, 5.16 y 4.68 de pH, respectivamente.

5. Se asume validez de los datos generados al utilizar los acidificantes mencionados a la misma concentración indicada, con una confiabilidad de 91% para ácido fosfórico, 84% para buffex y 76% para dap plus

6. Para otro acidificante diferente, deberá ser realizado el estudio respectivo pudiéndose utilizar la presente.

RESUMEN

El control químico mediante plaguicidas en la agricultura, es el método más seguro y eficiente para eliminar las plagas. El uso futuro de los plaguicidas es considerado para un largo plazo y asegura la obtención de una producción óptima. De la eficiencia en su manejo dependerá su perdurabilidad.

Existe una serie de factores que influyen en el grado de efectividad biológica de los plaguicidas, cuando son aplicados en el campo, sin embargo, ha sido posible detectar la importancia del pH del agua que se usa en la mezcla de aspersión como un factor que ha sido causante de ineficiencia.

El presente estudio fue desarrollado específicamente con los acidificantes ácido fosfórico, buffex y dap plus para definir la validez del gasto en la modificación del pH de diversos volúmenes de agua y desarrollar tablas de referencia para uso de campo que permita al productor el manejo del pH de su agua de manera práctica.

El estudio se basó en la información generada por Medina (1997) quién determinó el gasto de 6 acidificantes para reducir el pH a diversos niveles utilizando 21 clases de agua en volúmenes de 19L., así mismo indicó diferencias al acidificar volúmenes mayores y definió que el gasto de los acidificantes estuvo correlacionado con la C.E. original, más que con el pH original o que la interacción pH-C.E. originales.

Los resultados de Medina en relación con la acidificación del agua en volúmenes de 19L, fueron validados en volúmenes de 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 y 1000L. Para elaborar una tabla de referencia para el uso de acidificantes, se utilizaron diversas técnicas estadísticas para desarrollar un modelo de predicción del gasto, analizando los datos obtenidos por Medina. Los valores estimados obtenidos fueron validados en volúmenes de 5L de agua.

Los resultados del estudio indicaron que cuando se acidifica determinado volumen de agua, el gasto de cualquier acidificante puede ser aplicado proporcionalmente a un volumen diferente de la misma agua para producir el mismo pH, teniendo el cuidado de la agitación a medida que el volumen es mayor.

Se desarrollaron tablas de referencia para uso de campo para acidificar cualquier clase de agua a niveles de pH de 3-6, con ácido fosfórico, buffex y dap plus. Las tablas de referencia se desarrollaron en base al valor de la C.E. del agua original

BIBLIOGRAFIA

Anónimo. 1981. pH effect on pesticides. Article #3004R-M, Leffingwell Uniroyal Chemical, 18p.

Anónimo. 1987. Water pH and pesticide breakdown. Orchards Newsletter, 16p.

Anónimo. 1994. Aumente la potencia de sus agroquímicos con Dap plus. Boletín técnico. Química Sagal, S.A.

Fleck, E.E. 1966 Chemistry of insecticides. Pesticides and their effects on soils and water. ASA special publication Number 8. The Soil Science Society of America. p. 18-24.

Hall, S.A. 1950. Organic Phosphorus insecticides. Advances in Chemistry Series 1:150-159.

Jara A. F. 1976. Toxicología y tratamiento de las intoxicaciones por plaguicidas agrícolas. Boletín Técnico D.S.M. 69/75, Shell de Mexico, S.A. 11p.

Medina V. J. 1997. Modificación del pH del agua y estabilidad de mezclas plaguicidas de uso común en el Norte de Tamaulipas. Tesis de licenciatura UAAAN.

Montes C. Fermin y Jesus Martinez 1991. El efecto del pH en pesticidas. Horti-Notas FAUANL. Programa de Hortalizas. 14p.

Montgomery D. C, and Elizabeth A. P. 1992. Introduction to linear regression analysis. 2nd ed. Jhon Wiley and Sons, Inc. 527 p

Reeves J. M. 1995 Crop protection Manager Ed. Mexicana Otoño 1995. P.12

SAS User's Guide. 1988 Edition. Statistical Analysis System. Institute Cary, NC.

Segura Miranda Antonio. 1985. Plaguicidas Agrícolas, una introducción a su conocimiento. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Parasitología Agrícola, Chapingo México, Apuntes 359p.

Watson T. F., Leon M. and George W. W. 1975. Practical insect pest management, a

self instruction manual. The University of Arizona, W.H. Freeman and Company, San Francisco, California, 196p.

Whitehurst, W.E., and D.P. Johnson. 1958. Unpublished method: Research and development, Union Carbide Chemicals Co., South Charleston, West Virginia. J. Agr. Food Chem. 11:77-80.