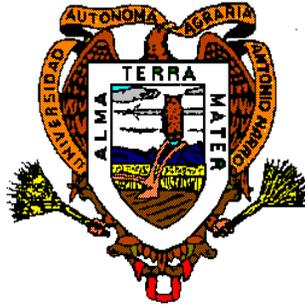


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISION DE AGRONOMIA



Efecto del pH del agua sobre los agroquímicos.

POR:

J. Guadalupe Rico Parra

MONOGRAFIA

**Presentada como requisito parcial para obtener
el título de:**

**INGENIERO AGRONOMO
en la especialidad de Parasitología Agrícola**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Marzo de 1999.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISION DE AGRONOMIA

Efecto del pH del agua sobre los agroquímicos

POR:

J. Guadalupe Rico Parra

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

**INGENIERO AGRONOMO EN LA ESPECIALIDAD DE
PARASITOLOGIA AGRICOLA**

Aprobada por:

EL PRESIDENTE DEL JURADO

M.C Antonio Cárdenas Elizondo

SINODAL

SINODAL

M.C Elizabeth Galindo Cepeda

Dr. Jerónimo Landeros Flores

COORDINACIÓN DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M.C Reynaldo Alonso Velasco

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Marzo de 1999.

DEDICATORIA

CON PROFUNDO AMOR Y AGRADECIMIENTO A MIS PADRES:

J. Guadalupe Rico Arredondo
Margarita Parra Ramírez

Quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo: Amor. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en un hombre de provecho. A quienes nunca podré pagar todos sus desvelos ni aun con las riquezas más grandes del mundo. Por esto y más... Gracias.

CON GRAN CARIÑO Y RESPETO A MIS HERMANOS:

María

Ing. José Faustino

Ing. José Loreto

Evelia

Rene

Por que gracias a su apoyo y consejos he llegado a realizar una de mis más grandes metas, porque sin su apoyo y amistad incondicional no hubiera sido posible la culminación de mi carrera profesional. Por lo que ha sido y será... Gracias.

Y muy especial para mi sobrina **Mayra** esperando ser un ejemplo para ella.

A MIS TIOS (AS):

Como un testimonio de cariño y eterno agradecimiento por el apoyo moral y estímulos brindados, con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales, y a toda aquella familia unida que con sus consejos he llegado a realizar una de mis más grandes metas.

Con respeto y admiración.

A la **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”** por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y esperando que este material sea de utilidad para sus nuevos hijos.

Al **Departamento de parasitología** y a todas las personas que ahí laboran, las cuales compartieron sus conocimientos para mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por darme y permitirme llegar a una meta más en mi vida.

Al **M.C Antonio Cárdenas Elizondo** quien desinteresadamente me brindo su valiosa participación y asesoría para la realización de este trabajo.

A la **M. C Elizabeth Galindo Cepeda**
Al **Dr. Jerónimo Landeros Flores**

Por su valioso tiempo y esfuerzo dedicado a la conducción y revisión de este trabajo.

Al **Ing. Pedro Aaron Cerda García** por su apoyo brindado durante la realización de este trabajo y su amistad brindada durante mi formación profesional.

A mis compañeros y amigos de la generación **LXXXIV**, con los que viví buenos momentos durante mi estancia en la universidad. Y muy especial para mis compañeros de la primera sección de la especialidad de Parasitología Agrícola de esta misma generación.

A mis compañeros y amigos del cuarto número uno del palomar uno (**Ramiro, Fernando, Efrain, y Eduardo**) quienes de una o otra forma me apoyaron durante la realización de este trabajo.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CUADROS	vi
RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
FACTORES QUE AFECTAN A LOS AGROQUIMICOS	
EN EL SUELO	5
Adsorción	5
Tipo de suelo	6
Naturaleza de los pesticidas	7
Contenido de humedad	8
pH del suelo	9
Temperatura del suelo	10
Lixiviación	11
Volatilización	12
Degradación microbial	13
Degradación química	14
Fotodegradación	15
PERSISTENCIA DE LOS PESTICIDAS	
EN EL AGUA	16
Naturaleza de los pesticidas	18
Naturaleza del agua	19
Composición química del agua	20

Temperatura	21
Acción de los microorganismos	22
Compatibilidad	23
Incompatibilidad química	24
Incompatibilidad fitotóxica	24
Incompatibilidad física	25
EFFECTO DEL pH DEL AGUA SOBRE LOS AGROQUIMICOS	26
Organofosforados	37
Química de la hidrólisis alcalina	38
Carbamatos	43
Organoclorados	44
Piretroides	46
Fungicidas	47
Herbicidas	48
CONCLUSION	54
BIBLIOGRAFIA	55

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.- Estabilidad de los agroquímicos respecto al pH. Del grupo de los (organofosforados).	39
CUADRO 2.- Estabilidad de los agroquímicos respecto al pH. Del grupo de los (carbamatos).	43
CUADRO 3.- Estabilidad de los agroquímicos respecto al pH. Del grupo de los (organoclorados).	45
CUADRO 4.- Estabilidad de los agroquímicos con respecto al pH. Del grupo de los (piretroies).	46
CUADRO 5.- Estabilidad de los agroquímicos (Fungicidas) con respecto al pH.	47
CUADRO 6.- Estabilidad de los agroquímicos (Herbicidas) con respecto al pH.	49
CUADRO 7.- Características de los acidificadores.	51

RESUMEN

La capacidad que tienen los agroquímicos para persistir en el ambiente por un tiempo largo, puede ser bajo ciertas condiciones ser una característica deseable, porque esta nos indica el tiempo que un agroquímico puede durar controlando la plaga.

Los pesticidas como ya sabemos son aplicados directamente al suelo o asperjados en solución con el agua, los cuales al llegar a estos medios son afectados por una serie de factores, como son: Propiedades físico-químicas del producto, características físico-químicas del suelo, la acción microbiológica, factores climáticos, tales como la luz solar, humedad, temperatura, precipitación pluvial y acción del viento, los cuales influyen en mayor o menor grado sobre la persistencia de los productos agroquímicos en el ambiente.

Uno de los factores en el cual no se a puesto gran importancia por parte de los agricultores al momento de hacer la mezcla del producto químico que se aplicara en solución con el agua, es el pH de la misma, el cual es uno de los factores que en el peor de los casos los productos agroquímicos sufren modificaciones químicas cuyas consecuencias van desde la nulificación de los efectos hasta la reducción del periodo de la actividad biológica (persistencia).

INTRODUCCIÓN.

El incremento constante de la población y la disminución de tierra disponible para la producción agrícola, los agricultores tienen solo dos alternativas para elevar la producción; Aumentar los rendimientos o reducir las pérdidas de alimentos. En verdad la solución debe provenir de una combinación de ambas alternativas.

Uno de los problemas más complejos con que se enfrentan los agricultores es la lucha constante para mantener la sanidad de sus cultivos, generalmente afectados por cierto número de plagas. Para lo cual, en el mercado de productos fitosanitarios, existe un gran número de estos, y la oportuna aplicación tiene tanta o más importancia que el mismo producto, dependiendo, a veces, no de días sino de horas para perder o salvar la cosecha.

Las estadísticas mencionan que en 1988, el mundo gastó en dólares más de 20 mil millones en plaguicidas repartidos así: herbicidas 43%, insecticidas 30%, fungicidas 20%, y el resto en otros tipos. Las pérdidas debidas a plagas constituyen el 30% de la

producción agrícola potencial del mundo. (Agricultura de las Américas, 1996). En México los productores agrícolas gastaron en dólares 260,637,000 en plaguicidas durante el año 1993. El estudio abarca insecticidas, herbicidas y fungicidas usados en 29 cultivos. De este total, las ventas de insecticidas fueron de 105,201,700, los fungicidas 83,518,500 (32%) y los herbicidas de 71,916,800. (Agricultura de las Américas, 1995).

Uno de los medios más eficaces para controlar plagas es el uso de sustancias químicas, naturales o sintéticas. Con frecuencia el control químico es el único medio posible para atacar el problema de las plagas; en general es más económico y eficaz para así obtener buenos rendimientos. Así mismo, también es necesario considerar el diseño de formulaciones que cumplan con las especificaciones físico-químicas y que la formulación se comporte adecuadamente bajo condiciones de campo y del cultivo para que su efectividad biológica sea adecuada.

La mayoría de los plaguicidas son formulados de tal manera que puedan ser mezclados y aplicados en solución con agua. La que se

considera como inerte debido a que se añade solamente para proporcionar volumen adicional, sin embargo, el diluyente puede funcionar química, física, y fisiológicamente. Estas funciones pueden determinar en parte las propiedades y a menudo la eficiencia de la mezcla final. En este caso hablaremos del efecto del pH del agua sobre los agroquímicos ya que puede ocasionar la degradación del ingrediente activo en corto tiempo dependiendo del grado de acidez o alcalinidad.

Por lo general en muchas regiones el agua es generalmente alcalina y la mayoría de los plaguicidas requieren agua con un grado de acidez. Por lo tanto si no se maneja bien el factor pH, con sustancias químicas que lo modifiquen de acuerdo a las necesidades de la formulación, para su buena estabilidad, y si no la efectividad se verá mermada.

OBJETIVOS.

- Recopilar información sobre el efecto del pH del agua sobre los agroquímicos y presentarla de una manera ordenada para facilitar consultas posteriores.
- Que este trabajo pueda servir como material de consulta donde se incluyen referencias para investigaciones posteriores de profesionistas interesados en este tema.

REVISIÓN DE LITERATURA.

Factores que Afectan a los Agroquímicos en el Suelo.

Muchos factores son conocidos que influyen el comportamiento y destino de los pesticidas después del contacto con el suelo los cuales se describen a continuación: (McEwen y Stephenson, 1979).

Adsorción.

Es el proceso por el cual el herbicida se fija física o químicamente en la superficie de los coloides del suelo, ya que los coloides constituyen la parte químicamente más activa del suelo (Mársico, 1980).

Los coloides del suelo adsorben o hidrolizan ciertas sustancias orgánicas tóxicas: con frecuencia ambos procesos originan una pérdida de potencia (Alexander, 1980).

Los pesticidas gustan de otras moléculas químicas, tienen muchas tendencias a ser adsorvidos o atraídos por arcilla o partículas de materia orgánica o disolverse en solución con el suelo. En su mayoría los sitios de adsorción es sobre arcilla o materia orgánica que están cargadas negativamente y constituir la "capacidad de intercambio catiónico" en un suelo particular (McEwen y Stephenson, 1979).

Tipo de suelo.

Es uno de los factores más importantes que influyen a los pesticidas. En especial la importancia radica en que el contenido de arcillas y materia orgánica, son coloides y poseen una alta capacidad de intercambio catiónico (McEwen y Stephenson, 1979).

En general la adsorción es más fuerte en los suelos humíferos que en los arcillosos, aunque los herbicidas catiónicos se fijan más fuertemente en las partículas de arcilla (Mársico, 1980).

Según Klingman y Ashton,1980. Las observaciones realizadas tanto en el campo como en el laboratorio han llevado a las siguientes conclusiones:

1. - Para controlar las malezas en los suelos que tienen elevado material orgánico requieren cantidades relativamente grandes de herbicidas aplicables al suelo.

2. - Para controlar las malezas en los suelos con elevado contenido de arcilla requieren más herbicidas aplicables al suelo que los suelo arenosos.

3. - En los suelos que contienen elevado material orgánico y arcilla los herbicidas tienden a permanecer en ellos por más tiempo del que permanecen en los suelos arenosos. El herbicida adsorbido puede ser liberado tan lentamente que puede perder sus capacidades herbicidas.

Naturaleza de los pesticidas.

Se ha observado que para el mismo tipo de suelo la adsorción varia según las diferentes materias activas (Villarias, 1981).

La estructura química de un pesticida determina el equilibrio de sorción por influencia de su afinidad directa por la arcilla o la materia orgánica y por influencia de su solubilidad durante la solución con el suelo. En adición a muchos otros factores la persistencia de los pesticidas en el suelo es influenciada por la manera que ellos son formulados para la aplicación. Formulaciones granulares son usualmente los más persistentes, polvos humectables y formulaciones en polvo son frecuentemente menos persistentes que preparaciones emulsificables (McEwen y Stephenson, 1979).

Contenido de humedad.

La humedad del suelo influye en la adsorción, que en general es mayor en los suelos secos; Una capa de agua rodeando a las partículas de arcilla puede impedir la fijación de las moléculas del herbicida (Mársico, 1980).

PH del suelo.

El pH del suelo puede modificar la adsorción en algunos productos, debido a su influencia en el intercambio de iones. La adsorción es más fuerte en los suelos ácidos que en los alcalinos (Mársico, 1980).

(Velez, 1990) cita, que este factor influye en la mayor o menor persistencia del compuesto, ya que este puede hacer variar las características iónicas y de vida media de los compuestos.

La mayoría de los suelos poseen un pH en el rango de 4.5 a 8.0 y la adsorción de pesticidas es usualmente más alto en los suelos ácidos. Además el pH del suelo afecta la degradación química (McEwen y Stephenson, 1979).

El pH también influye sobre los microorganismos. En general, bacterias y actinomicetos se ven favorecidos en suelos con pH neutro o alto, y su actividad se ve seriamente reducida bajo un pH 5.5. Los hongos toleran todos los pH de suelos normales. Con un pH de 5.5 o

menos predominan los hongos. En un pH mayor de 5.5 los hongos disminuyen debido a la competencia con bacterias y actinomicetos (Klingman y Ashton, 1980).

Temperatura del suelo.

Esta tiene una acción morfogénica importante y puede por lo tanto, modificar la sensibilidad de una cierta materia activa. En general las temperaturas elevadas producen un aumento de absorción y migración de los herbicidas y por lo tanto, un aumento de efectividad. (Villarias, 1981).

Así, cuando la temperatura del suelo incrementa, la entrada de calor puede romper algunos enlaces y causa desorción de algunas moléculas de pesticidas. A más alta temperatura mayor solubilidad de los pesticidas (McEwen y Stephenson, 1979).

Lixiviación.

La importancia de esta característica radica en que los productos con una solubilidad elevada pueden ser fácilmente arrastrados por el agua de lluvia hacia partes más profundas del suelo, llegando a su vez a los mantos freáticos, esto también está en función de la naturaleza del suelo y de la cantidad de lluvia caída. Por tal motivo productos poco solubles en agua tendrán una persistencia mayor en el suelo (Velez, 1990).

El movimiento es de suma importancia no sólo por su grado de desaparición, sino también para establecer el contacto del herbicida con las semillas o raíces de las malezas o cultivos lo que puede determinar su efectividad y selectividad (Agro-síntesis, 1986).

La intensidad y profundidad de movilización de un herbicida por efecto de lixiviación depende principalmente de los siguientes factores:

- a) Solubilidad del herbicida en agua;
- b) Cantidad y frecuencia de las lluvias o del riego que atraviesa la capa superficial del suelo;

c) Características físicas del suelo; d) Interacción entre herbicida y suelo en relación a las propiedades de adsorción (Mársico, 1980).

Volatilización.

Es la propiedad que tiene una sustancia líquida o sólida de pasar al estado de gas. La volatilidad tiene importancia práctica cuando las pérdidas del herbicida llegan a significar una reducción de la dosis efectiva resultando en un control de malezas pobre, o bien cuando los vapores se difunden en la atmósfera y ocasionan daños a los cultivos susceptibles que se encuentren próximos al lugar tratado (Mársico, 1980).

Todas las sustancias orgánicas son volátiles en algún grado, dependiendo de su presión de vapor, estado físico en que se encuentran y la temperatura prevaleciente (Agro-síntesis, 1986)

Productos con alta tensión de vapor, se volatilizan rápidamente no quedando residuos del mismo en un lapso corto de tiempo. La temperatura influye en el aumento de la tensión de vapor. Por lo que la

persistencia de un determinado plaguicida en el suelo disminuye en lugares donde existen temperaturas muy altas (Velez, 1990).

Degradación microbial.

Los principales microorganismos del suelo son bacterias, hongos y actinomicetos (Mársico, 1980).

Es de gran importancia saber cuanto tiempo persiste un herbicida, insecticida o fungicida en el suelo, ya que refleja el tiempo que la población dañina estará sujeta a control. Por otra parte, un pesticida persistente tiene una posición especial en la contaminación ambiental debido a que puede permanecer en el suelo por bastante tiempo. En muchos casos, la desaparición de los pesticidas se atribuye a la actividad microbiológica. Las poblaciones que la componen son capaces de metabolizar una gran cantidad de sustancias, por lo que no es sorprendente que una variedad de pesticidas sintéticos sean sustratos para los habitantes del suelo. El metabolismo es de dos tipos: A) La sustancia química sustenta el crecimiento, sirviendo como fuente de carbono, energía y

ocasionalmente de nitrógeno y azufre. En este caso la densidad poblacional de las especies activas aumenta en suelos tratados con el pesticida y las células se multiplican a expensas de la sustancia. Junto con la abundancia de tales organismos hay un incremento en la tasa de desaparición del compuesto. B) aunque se metabolizan los compuestos no sirven como fuente de nutrientes. En estos casos la transformación es por cometabolismo (Alexander, 1980).

Degradación química.

La estabilidad de un producto radica en su estructura molecular, pudiendo presentarse hidrólisis, oxidaciones y reducciones, por acción de aumento de temperatura, presencia de ácidos y álcalis (Velez, 1990).

Las reacciones químicas pueden originarse por la interacción del herbicida con las sustancias presentes en el suelo o bien por la actividad biológica de la flora microbiana, resultando difícil establecer una separación entre ambas (Mársico, 1980)

Fotodegradación.

La Luz solar descompone algunos productos con pérdida de su efectividad; Ello se atribuye a que absorben radiaciones que provocan cambios en la estructura molecular conduciendo a la formación de compuestos inactivos (Mársico, 1980).

El primer paso del proceso de fotodescomposición es la absorción. La absorción de la luz aumenta la energía de las moléculas, específicamente el nivel de energía de determinados electrones orbitales y como consecuencia, aumenta su reactividad. Las moléculas pueden perder la energía sobrante por medio del intercambio térmico, la rerradiación o la fluorescencia, y volver a su estado original de energía sufriendo o sin sufrir, reacción (N.A.S., 1992).

Persistencia de los Pesticidas en el Agua.

Se llama estabilidad de los plaguicidas la resistencia que estos presentan a la acción de los agentes físicos (insolación, temperatura, y humedad) agentes químicos (oxidaciones, carbonizaciones e hidrólisis) y a los agentes biológicos (enzimas). De ello depende, fundamentalmente el poder residual del plaguicida, o sea, el tiempo que conserva su acción tóxica sobre plagas o enfermedades, que varia mucho según las diferentes clases (Carrero, 1995).

(Velez, 1990) Cita, que la persistencia de estos compuestos en el agua depende de factores semejantes a los presentados para suelos, así podríamos mencionar:

1. - Propiedades físico- químicas del compuesto.
- 2.- Características del agua (acidez, alcalinidad, tipo de partículas suspendidas, contenido de materia orgánica).
3. - Acción de los microorganismos.

La persistencia en el agua no puede explicarse igual que se hace para el suelo por tratarse de dos ecosistemas distintos; sin embargo tiene lugar fenómenos de adsorción, descomposición microbiológica, descomposición química, degradación metabólica animal y vegetal, evaporación, codestilación y cierto grado de fotólisis que contribuye a la eliminación o disminución de la concentración de algunos herbicidas en el agua. (De la jara, 1988)

La persistencia de pesticidas en el agua depende de un número de factores, de los cuales solo algunos pueden ser calificados y/o cuantificados y esto solo para algunos pesticidas. Los pesticidas que persisten en el suelo también persisten en el agua (McEwen y Stephenson, 1979).

A continuación se enumeran algunos de los factores que afectan la persistencia:

Naturaleza de los pesticidas.

(McEwen y Stephenson, 1979) Menciona que hay mucha información sobre la solubilidad en el agua, el índice de hidrólisis y muchas otras propiedades químicas de los pesticidas, pero la mayor parte de esta información específica es basada en pruebas de laboratorio en agua destilada en pH específico y temperatura. Tal información es útil pero puede no reflejar exactamente lo que sucede en el agua natural.

Con los pesticidas orgánicos los que son altamente solubles en agua son hidrolizados rápidamente y tienen una vida corta en el agua. Esto no es verdad para los inorgánicos tal como los mercuriales y arsenicales, cuya toxicidad es relacionada con los compuestos elementales. (Lepple, 1973) citado por (McEwen y Stephenson, 1979).

Para la mayoría de los pesticidas la persistencia en agua es poco independiente de su solubilidad. Fenitrothion es solamente

escasamente soluble en agua (20 ppb) pero se hidroliza fácilmente, con un periodo de 272 minutos a 30°C en 0.01 NaOH. El parathion métilico aunque es mucho más soluble (60 ppm), tiene un periodo de 210 minutos bajo las mismas condiciones (NRC, 1975b) citado por (McEwen y Stephenson, 1979).

La degradación fotoquímica podría tomarse en cuenta para algunos productos como el diquat el cual bajo condiciones de excesiva luz solar y agua clara se descompone fácilmente (De la jara, 1988).

Naturaleza del agua.

Las aguas naturales difieren en su composición pH, temperatura, vida acuática y la cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos suspendidos. Estos factores juegan un papel importante en la determinación de la persistencia de pesticidas (McEwen y Stephenson, 1979).

Composición química del agua.

La actividad de algunos herbicidas puede ser adversamente afectados por ciertos minerales que están disueltos en el agua. El término agua dura se refiere a la presencia de ciertos minerales en el agua. El agua dura se convierte en dura por la presencia de carbonatos, sulfatos, cloruro de calcio, magnesio y hierro. El agua que contiene calcio y magnesio puede reducir la eficacia de glyphosate y 2,4-D amina (petroff, 1998).

En una solución un cierto porcentaje de las moléculas del soluto se disocia en iones; estos iones se liberan para combinarse con otros iones de la solución. Por ejemplo, las aguas duras tienen un alto contenido de iones de Ca y Mg; Si un herbicida en forma de sal se diluye en agua dura se ioniza y reacciona con los iones de Ca y Mg del agua dura, estas nuevas moléculas forman precipitados que pueden obstruir los filtros y las boquillas de las aspersoras; también se altera la naturaleza química del herbicida, lo cual puede resultar en pérdida de su eficacia (Doll et. al., 1990).

Temperatura.

Los incrementos en temperatura aumentan el índice de la reacción química y el índice de volatilización de pesticidas. Hasta cierto punto el incremento de la temperatura incrementa la actividad biológica y así aumentara la degradación biológica de pesticidas en ambientes acuáticos (McEwen y Stephenson, 1979) Por ejemplo con carbaryl solamente 9% fue hidrolizado después de la incubación de 8 días en 3.5°C, mientras que el 98% fue degradado durante el mismo periodo en que la temperatura era de 28°C (Karinen et. al. 1967) citado por (McEwen y Stephenson, 1979).

Es bien establecido que los pesticidas se volatilizan desde superficies tratadas y desde superficies del suelo y agua en los cuales ellos pueden ser incorporados. La tendencia a volatilizar es inherente en el producto químico y caracterizado numéricamente como presión de vapor. Esta presión de vapor cambia con la temperatura, a temperatura más alta mayor es la volatilidad. Así las temperaturas más

altas tienden a reducir la persistencia de los pesticidas volátiles (McEwen y Stephenson, 1979).

Acción de los microorganismos.

La acción microbiológica puede estar muy reducida en el agua, actuando microorganismos aeróbicos y anaerobios en la descomposición (De la Jara, 1988).

En los medios acuáticos resultan favorecidas las especies anaerobias, mientras que en los suelos agrícolas y en particular en las capas superficiales del suelo, en general predominan las especies aerobias. Casi todos los microorganismos que descomponen con eficacia los herbicidas son microorganismos aerobios. No se ha investigado a fondo la descomposición anaerobia de herbicidas. Sin embargo, los índices de desaparición en suelos acuáticos y en el agua asociada a ellos sugieren intervención de microbios anaerobios (N.A.S., 1992).

Compatibilidad.

Con frecuencia se presentan en el cultivo plagas de origen animal y enfermedades de origen fúngico o bacteriano, y es imprescindible conocer las combinaciones de los productos destinados al control de insectos, ácaros, hongos, bacterias, etc., además de los fertilizantes que se aconseja aplicar al mismo tiempo, evitando que sus combinaciones alteren las propiedades de uno u otro producto y que esto no sea perjudicial para el huésped (Costa, et. al. 1974).

Cuando dos o más pesticidas pueden ser mezclados o usados al mismo tiempo, ellos son compatibles. Cuando ellos no pueden ser mezclados o usados al mismo tiempo ellos son incompatibles (Bohmont, 1990).

Se dice que dos o más sustancias químicas son compatibles cuando se pueden mezclar sin ningún cambio adverso en su actividad insecticida o fitotoxicidad (N.A.S., 1992).

(Fuentes, 1980) La define como la capacidad de dos o más productos químicos de existir juntos en armonía.

Incompatibilidad química.

Es aquella que ocurre cuando en una mezcla de dos a más químicos al menos uno de ellos se degrada o deja de existir en su forma original (Fuentes, 1980).

(N.A.S., 1992) Menciona que es, en la cual las sustancias reaccionan para formar compuestos diferentes.

Incompatibilidad fitotóxica.

Es aquella que ocurre cuando el efecto adverso de la mezcla se manifiesta por daños en las plantas que se quieren proteger. Es de tener en cuenta que productos que aunque siendo compatibles física y químicamente, al ser mezclados causan fitotoxicidad (Fuentes, 1980).

(N.A.S., 1992) Menciona que en este caso, ninguno de los insecticidas es tóxico a las plantas cuando se aplican por separado, pero cuando se combinan, se produce una mezcla fitotóxica.

Incompatibilidad física.

Es aquella que ocurre cuando se presenta algún cambio en las propiedades físicas de la mezcla de dos o más productos, lo cual impide su aplicación adecuada. Se manifiesta por la formación de aglutinaciones, separación de fases, formación de espuma, cambio de viscosidad, etc. La incompatibilidad en estos casos se debe al incorrecto orden de adición de los productos por ejemplo, si el concentrado emulsionable se agrega primero que el polvo mojable, se presenta incompatibilidad (Fuentes, 1980).

Esta, incompatibilidad tiene relación con los problemas de formulación; esos problemas ocurren cuando el aceite y el agua no se mezclan, a pesar de una agitación rigurosa. Esta es incompatibilidad física (N.A.S., 1992).

Efecto del pH del Agua sobre los Agroquímicos.

Este es un tema de mucha importancia en la agricultura y que poco llama nuestra atención nos referimos al uso del agua como vehículo para aplicar una gran cantidad de productos químicos nuestra preocupación se centra en escoger el mejor insecticida, su dosificación y momento de aplicación. Poca o ninguna atención al agua que servirá como vehículo para aplicar el mencionado producto (Montes y Martínez, 1991). Es por eso que, hay momentos donde los cultivadores tienen comentarios cuando un pesticida en particular a dado resultados insatisfactorios. Muchas veces se le atribuye a una deficiente aplicación, a un grupo químico malo, resistencia de la plaga, condiciones de tiempo, etc. Pero por lo general no se toma la molestia de checar el pH del agua antes de mezclar el producto químico (Hock, 1998 y C.T.F.P., 1998).

Mientras que los cultivadores están usualmente consientes de su pH del suelo. Muchos no son familiares con el pH específico de sus varias fuentes de agua (Montes y Martinez, 1991).

Como ya se sabe, el agua se compone de hidrogeno (H) y oxigeno (O), dos partes de H y una parte de O= H₂O. También se encuentran partículas o iones en el agua: ambos H⁺ y OH, y depende de donde el agua viene, pueden haber una abundancia de H⁺ en el agua o una abundancia de iones de OH. A más H⁺ en el agua, es mayor la acidez y cuando mayor es OH, es más alcalina el agua (Hock, 1998).

La acidez o alcalinidad de un agua es medida en términos de pH, simplemente calcular, el pH es un término químico usado para medir la concentración de iones hidrogeno en el agua. Los iones son átomos que se cargan positivamente o negativamente, cationes y aniones respectivamente. El pH indica la descomposición en el agua (H₂O), normalmente una molécula estable, adentro de un ion hidrogeno (H) cargado positivamente y una molécula de hidrogeno oxigeno (OH) cargado negativamente se mide en una escala de 1 a 14 donde uno es altamente ácido y 14 es altamente alcalino o básico (Petroff, 1998).

La mayoría de las formulaciones pesticidas son diseñados para ser aplicados usando agua (H₂O) como transportador o diluyente.

Desgraciadamente el agua a través de los lugares varía. La dureza, el contenido mineral y los niveles de pH fluctúan extensamente. Algunas condiciones tales como el pH alto del agua afectan adversamente el funcionamiento de los pesticidas (Custom Chemicides).

En los fungicidas, insecticidas, bactericidas y herbicidas el efecto del pH es la causa principal de las aplicaciones sucesivas sin lograr el grado de control o efecto requerido; de esta manera se incrementan los costos de manera desmedida. De acuerdo con muchos trabajos realizados se estima que se pueden ahorrar un 20 hasta un 30% de los costos de esas aplicaciones, si se adecua el pH de la solución al nivel requerido para una actividad biológica óptima (Intrakam).

La calidad del agua es determinante en el efecto del producto sobre las plantas, especialmente las aguas alcalinas. La calidad del agua es determinante en el efecto del producto sobre las plantas especialmente las aguas alcalinas. La mayoría de los análisis de agua llevados a cabo en el laboratorio de la Facultad de Agronomía de la UANL, reportan pH de ligeramente alcalino a alcalino. Estos reportes

corresponden a aguas de muestras de todo el estado (Montes y Martínez, 1991). En realidad recientes estudios han mostrado que todas las fuentes de agua disponibles en E.U., solo aproximadamente el 5% son consideradas ácidas. Los 95% restantes del abastecimiento de agua nacional contiene suficiente alcalinidad natural para producir niveles de pH desde 7 a 9 ó más. El pH del agua puede ser afectado por ciertos factores pero estos cambios en el pH son usualmente hacia una condición más alcalina (Custom Chemicides).

Al menos parte de los problemas fitosanitarios que han causado cuantiosas pérdidas en los últimos ciclos, están asociados con una pérdida de la efectividad de los productos químicos aplicados debido a la hidrólisis ocasionada por el pH alcalino de las aguas (Montes y Martinez, 1991).

La medida de la acidez o alcalinidad (El pH) del agua que se utiliza puede influenciar grandemente a los pesticidas. La mayoría del agua son escasamente básicas a causa de la presencia de bicarbonatos disueltos y sales de bicarbonato. Cuando el pH del agua y/o de la mezcla de rociado es fuertemente ácida o básica, su poder

tiene problemas recibido en el control satisfactorio de plagas (Bohmont, 1990).

Algunos materiales tienen en la etiqueta alguna advertencia contra mezclas de pesticidas con materiales alcalinos (C.T.F.P., 1998 y Hock, 1998) con un pH alcalino, la mayoría de los productos químicos pierden su efectividad en mayor o menor grado, principalmente en productos organofosforados y carbamatos. Esto se puede remediar bajando el pH del agua con agentes Buffer. Para la mayoría de los productos, el pH óptimo es entre 4 y 6: ya que a este pH la solución aplicada sufre poca hidrólisis alcalina, por lo que la mezcla contendrá la máxima cantidad de ingrediente activo para un buen control de insectos. El efecto de la calidad del agua sobre los plaguicidas puede ocasionar en el peor de los casos, la degradación del ingrediente activo en corto tiempo y consecuentemente, un control ineficiente de la plaga en cuestión. El agua que se usa para las aspersiones, es generalmente alcalina y los plaguicidas generalmente requieren de agua con algún grado de acidez, dependiendo del producto o del grupo químico al que pertenecen (Montes y Martínez, 1991).

Las soluciones de rociado de pesticidas se deben ajustar ordinariamente en el rango neutral (pH cerca de 7) a menos que la etiqueta mencione lo contrario (Hawthorne, 1976).

El pH alto del agua (alcalina) puede causar a algunos materiales pesticidas sufrir una descomposición química o degradación llamada hidrólisis alcalina. La hidrólisis puede ser explicada por hidro que significa agua y lisis que significa descomponer (Custom chemicides).

El pH considerado desde el punto de vista agrícola (nutrición y aplicación de los agroquímicos) tiene un efecto primordial sobre la nutrición, las reacciones entre los agroquímicos en solución, su efectividad y su estabilidad durante y después de la aplicación. La gran mayoría de los agroquímicos sufren reacciones cuando son disueltos en solución con menor concentración de iones de hidrógeno (pH alcalino). Estas reacciones hacen que el ingrediente activo del agroquímico se disocie y el producto pierda todas las características que le permite actuar para los fines que se le aplica (fungicida, bactericida, herbicida, insecticida etc.). También puede haber otro tipo de reacción que inmoviliza al ingrediente activo o bien lo parte en

subproductos que se precipitan y el producto pierde su efectividad (Intrakam).

Miremos la estabilidad del trichlorfon en agua. En la mayoría de las concentraciones usadas en mezclas en el campo. Las propiedades naturales de acidez del trichlorfon deben ser lo suficiente para bajar el pH de la mayoría de las aguas en el rango donde el trichlorfon es más estable. Por ejemplo, en pH 5, solamente el 6% de la eficacia del trichlorfon fue perdida después de 24 horas; en pH 6, 14% de la eficacia fue perdida; en pH 7, 40 a 50% fue perdida. Si el agua usada es muy alcalina (pH arriba de 7), se sugiere que el pH sea medido inmediatamente después de mezclar el trichlorfon. Si el pH es 6 o arriba, agregue un buferizante (Loera, 1998).

Generalmente los insecticidas son más propensos a la degradación que los fungicidas, herbicidas y reguladores de crecimiento. De los insecticidas, los organofosforados como el profenfos, chloropyrifos, methamidophos, acephate y los carbamatos como methomyl y oxamyl son los más susceptibles. El ejemplo más dramático de hidrólisis alcalina es el dimetoato. Con pH de 9.0, el

dimetoato pierde la mitad de su eficacia en 48 minutos (Reeves, 1995).

Aunque hay mucha variabilidad, en general encontramos que los insecticidas son afectados más severamente por el agua alcalina que los fungicidas y los herbicidas. Y encontramos entre los insecticidas a los organofosforados y carbamatos son descompuestos mucho más rápido que los hidrocarburos tratados con cloro (Hock,1998).

Por ejemplo a continuación tenemos dos diferentes productos en los cuales se observa el tiempo de descomposición en diferentes rangos de pH:

CARBAMATO (Carbaryl)		ORGANOFOSFORADO (Imidan)	
PH	Periodo de Desintegración	pH	Periodo de desintegración
6	100-150 Días	4.0	15 Días
7	24-30 Días	7.0	1 Día
8	2-3 Días	8.3	4 Horas
9	1 Día	10.0	1 Minuto

Fuente: (Hock, 1998 y C.T.F.P., 1998).

La descomposición o hidrólisis de pesticidas es medida en el periodo que se pierde del 50% del producto por ejemplo: si un producto es 100% efectivo, cuando primero es agregado en agua y él tiene un periodo de desintegración de 4 horas la eficacia se corta la mitad (50%) durante este periodo de tiempo. Durante las siguientes 4 horas se hace reducir otra vez (Bohmont, 1990). Otro ejemplo, con el trichlorfon o dylox, el tiempo para que 50% del ingrediente activo se hidrolice a pH 8.0 es de 63 minutos; a pH 7.0 el 50% de la descomposición ocurre en 380 minutos y en pH 6.0, 80 horas. Esto significa que si el pH de su agua de rociado es de 8.0 y transcurre unas horas entre el tiempo que usted agrega el insecticida a su tanque de rociado y el rociado se seca en el follaje, el 50% del ingrediente activo se ha descompuesto ya. Pero si su agua tiene un pH 6.0, no es probable que pierda cualquier actividad significativa durante el proceso de aplicación (Hock, 1998).

Cabe hacer mención que el proceso de hidrólisis continúa hasta que el químico aplicado se ha secado en la superficie de la hoja y a ese punto la degradación cesará (Reeves, 1995).

La calidad del agua es determinante en el efecto del producto sobre las plantas especialmente las aguas alcalinas. Los problemas fitosanitarios que han causado cuantiosas pérdidas en los últimos ciclos, están asociados con la pérdida de la efectividad de los productos químicos aplicados debido a la hidrólisis ocasionada por el pH alcalino de las aguas. Es muy importante recalcar que la hidrólisis alcalina es irreversible y la efectividad inicial del producto se pierde. (Montes y Martínez, 1991).

Básicamente la alcalinidad del agua puede causar en la molécula de algunos pesticidas la destrucción en partes inactivas (Hidrólisis alcalina). Esto no es materia fácil y la velocidad de cualquier reacción depende del pesticida, del pH, de la capacidad del Buffer y la temperatura. La principal pregunta de los productores comerciales es: ¿cómo esto me afectará?. No hay respuesta fácil, pero basada en la información disponible, al parecer necesita transcurrir tiempo considerable para que ocurra la descomposición significativa de la mayoría de los productos pesticidas. Por lo tanto, si el pesticida se mezcla y se utiliza dentro de algunas horas y no se permite estar

parado por la noche, no debe haber adverso efecto del pH del agua de rociado (Powell y Lindquist, 1992).

Los procedimientos del orden del mezclado son importantes. El pH del agua debe ser ajustado con agentes Buffer agregándolos antes que el pesticida sea mezclado adentro; si no el pesticida puede estar irreversiblemente hidrolizado (Hawthorne, 1976).

Muchos pesticidas están expuestos a la descomposición a causa de hidrólisis alcalina y muy pocos son sujetos a una hidrólisis ácida (Custom Chemicides).

En un estudio realizado, para evaluar la estabilidad física de mezclas plaguicidas, se utilizaron un total de 26 ingredientes activos de insecticidas y 12 ingredientes activos de herbicidas. Se determinó el pH y C.E. de cada formulación comercial plaguicida para su identificación. Inicialmente cada plaguicida fue mezclado con agua modificada a su mismo pH para observar los cambios resultantes en este aspecto y en la C.E. Los plaguicidas no sufrieron modificaciones severas al adicionárseles agua de su mismo pH. (Medina, 1997).

Compuestos botánicos tales como rotenona, ryania y pyrethrum no son altamente sensibles a la degradación alcalina (Loera, 1998).

Organofosforados.

En particular los insecticidas organofosforados no deben mezclarse con materiales alcalinos. Ya que producen una reacción química conocida como hidrólisis alcalina. Esta reacción ocurre cuando los pesticidas son mezclados con agua alcalina, con un pH mayor de 7. En cuanto sea más alcalina el agua es más rápido la descomposición de los pesticidas (C.T.F.P., 1998 y Hock, 1998).

Muchos insecticidas organofosforados son rápidamente descompuestos dentro de 2 ó más pequeños químicos inactivos cuando están mezclados con agua que es alcalina (Bohmont, 1990).

Química de la hidrólisis alcalina.

La clase de átomos de los fosforados, se divide el compuesto en dos partes. Los insecticidas organofosforados son eficaces cuando las dos partes del producto químico están juntos. Cuando las dos partes de los pesticidas organofosforados se separan generalmente son ineficaces. El ion del OH reacciona fácilmente con la molécula de los organofosforados y rompe la molécula en 2 porciones. Cuanto más alcalina el agua (más OH) es más rápida la descomposición. Es lo que sucede a la mayoría de los pesticidas organofosforados y carbamatos en la presencia del agua alcalina; el índice de la descomposición varia según la alcalinidad y la temperatura del agua y la extensión de tiempo que la mezcla de rociado se queda en el tanque (Hock, 1998).

Los insecticidas organofosforados son eficaces (matar insectos) cuando las dos partes del producto químico están juntas. Ellos se convierten en inactivos (no mata insectos) cuando las dos partes son separadas (Loera, 1998).

Cuadro 1: Estabilidad de agroquímicos respecto al pH. Del grupo de los Organofosforados.

Nombre Común	Nombre técnico	pH	Comentarios/Porciones en tiempo de descomposición del 50% (T1/2)
Actellic	Pirimifos metil	5 7 8.5	7 Días. 35 Días. 12 Días. Hidrólisis causada por fuerte alcalinidad o acidez.
Amaze	Isofenfos	Sujeto a hidrólisis en condiciones alcalinas.	
Azodrin	Monocrotofos	Incompatible con compuestos alcalinos.	
Baytex	Fention	Incompatible con materiales alcalinos.	
Bidrin	Dicrotofos	1 100 Días. 9 50 Días. Más estable en ácido que en materiales alcalinos.	
Bolstar	Sulprofos	Sujeto a hidrólisis bajo alcalinidad	
Coral	Coumofos	Se hidroliza lentamente bajo condición alcalina.	
Counter	Terbufos	Se hidroliza bojo condiciones alcalinas.	
Curacron	Profenfos	Inestable en condiciones alcalinas.	

Continúa...

Nombre Común	Nombre técnico	pH	Comentarios/Porciones en tiempo de descomposición del 50% (T1/2)
Cygon	Dimetoato	2	21 Horas.
		6	12 Horas.
		9	48 Minutos.
		La presencia de hierro acelera la descomposición. Estabilidad máxima en valores de pH entre 4 y 7. Hidrólisis rápida en un pH arriba de 7 y debajo de 3.	
Cythion	Malation	4	315 Días
		6	55 Días.
		7	21 Días.
		8	6 Días.
		10	0.7 Días
Se hidroliza rápidamente con pH arriba de 7 y debajo de 5. El Hierro cataliza la descomposición.			
DDVP	Diclorvos	7	8 Horas.
Diaxinon	Diazinon	5	31 Días.
		7.5	185 Días.
		9	136 Días.
Más estable en pH 7. Evite extrema acidez.			
Dibrom	Naled	7	13.5 Días.
Más del 90-100% es hidrolizado en 48 horas en condiciones alcalinas. Estable bajo pH 7.			

Continúa...

Nombre Común	Nombre técnico	pH	Comentarios/Porciones en tiempo de descomposición del 50% (T1/2)
Dimecron	Fosfamidon	4	74 Días.
		7	13.5 Horas.
		10	30 Horas.
Dipterex	Triclorfon	6	3.7 Días.
		7	6.5 Horas.
		8	63 Minutos.
Di-syston	Disulfoton	5	60 Horas.
		6	32 Horas
		9	7.2 Horas
Sujeto a hidrólisis en condición alcalina.			
Dursban	Cloropirifos	8	1.5 Días.
		10	7 Días.
Hidrolizado en condiciones alcalinas. estable en pH 7 y ligeramente ácido.			
Etion	Etion	6	37.5 Horas.
Gardona	Tetraclorvinfos	3	54 Días.
		7	44 Días.
		10.5	3.3 Días.
Guthion	Azinfos metil	5	17.3 Días
		7	10 Días.
		9	12 Horas.
Imidan	Fosmet	4.5	13 Días.
		7.0	Menor que 12 Horas.
		7.4	1.1 Horas a 100° F
		7.4	7.1 Horas a 68° F

 Continua...

Nombre Común	Nombre técnico	pH	Comentarios/Porciones en tiempo de descomposición del 50% (T1/2)
Malathion	Malation		Se hidroliza rápidamente con pH arriba de 7 y abajo de 3 pH, optimo de 5 a 7.
Methasystox	Demeton metil	6	7 Horas.
Methasystox-R	Oxidemeton metil	6	12.3 Horas.
Orthene	Acefate	3	65 Días.
		9	16 Días.
Parathion Ethyl	Paration etilico	5	690 Días
		7	120 Días
		10	29 Horas.
		11	170 Minutos.
Parathion metilico	Paration metilico		Hidrólisis 4.3 más rápido que parathion ethyl.
Phosdrin	Mevinfos	7	35 Días
		11	1.4 Horas.
			El pH optimo es de 5.
Phosphamidon	Fosfamidon	4	74 Días
		7	13.5 Días
		10	30 Horas.
Reldan	Clorpirifos metil	4	10 Días
		6	38 Días
		8	3 Días
		10	1.7 Días

Fuentes: (Montes y Martínez,1991), (Custom Chemicides), (Bohmont, 1990), (C.T.F.P.,, 1998) y (Hock, 1998).

Los carbamatos.

Los insecticidas de carbamatos, los cuales incluyen el extensamente usado Carbaryl (sevin) son también afectados por el pH del agua (Bohmont,1990).

Cuadro 2: Estabilidad de los agroquímicos respecto al pH. Del grupo de los Carbamatos.

Nombre Común	Nombre técnico	pH	Comentarios/Porciones en tiempo de descomposición del 50% (T1/2)
Baygon	Propoxur		Estable excepto bajo condiciones alcalinas.
Elacron	Dioxacarb	5	3 Días
		7	60 Horas.
		9	20 Horas.
		10	2 Horas.
Ficam	Bendiocarb	7	4 Días.
		5	Estable.
Furadan	Carbofuradan	6	200 Días.
		7	40 Días.
		8	5 Días.
		9	78 Horas.

Inestable bajo condiciones alcalinas pH óptimo de 4 a 6.

Continúa...

Nombre Común	Nombre técnico	pH	Comentarios/Porciones en tiempo de descomposición del 50% (T1/2)
Lannate	Metomil	9.1	perdida del 5% en 6 horas, estable en soluciones ligeramente ácidas.
Sevin	Carbaryl	6	100 a 150 Días.
		7	24 a 30 Días
		8	2 a 3 Días
		9	Hasta un día.

Fuentes: (Montes y Martínez), (Custom Chemicides), (Bohmont, 1990) Y (Hock,1998),

Organoclorados.

No todos los productos son afectados por las aguas alcalinas. Los productos clorados como clordano, toxofeno y kelthane, son relativamente poco afectados por el pH alcalino (Montes y Martinez,1991).

Cuadro 3: Estabilidad de los agroquímicos con respecto al pH. Del grupo de los organoclorados.

Nombre Común	Nombre técnico	pH	Comentarios/Porciones en tiempo de descomposición del 50% (T1/2)
Acaraban	Clorobenzilate		Se descompone lentamente en condiciones alcalinas más rápido con cal presente.
Chlordane	Clordano		Se descompone lentamente en condiciones alcalinas más rápido con cal Presente.
Dicofol	Dicofol		Compatible con todo excepto pesticidas altamente alcalinos. Estable a pH de 5.5 a 6.0.
Endrin	Endrin		Se descompone lentamente bajo condiciones alcalinas, más rápido con presencia de cal.
Lindano	Lindano		Evite altos álcalis.
Thiodan	Endosulfan		Tolera cierto grado de alcalinidad.

Fuentes: (Montes y Martinez,1991), (Custom chemicides) y (Bohmont,1990).

Piretroides.

Por muchos años fabricantes químicos tienen conocido que en pesticidas en general, los insecticidas están mucho más sujetos a hidrólisis que los reguladores de crecimiento de las plantas, herbicidas, fungicidas o desacantes-defoliantes. Los organofosforados, carbamatos y tipo de insecticidas piretroides fueron identificados como los grupos más afectados por la hidrólisis alcalina. (Custom Chemicides).

Cuadro 4: Estabilidad de los agroquímicos con respecto al pH. Del grupo de los piretroides.

Nombre Común	Nombre técnico	pH	Comentarios/Porciones en tiempo de descomposición del 50% (T1/2)
Allethrin	Alletrin		Incompatible con álcalis.
Ammo	Cypermethrin	9	35 Horas. Fácilmente hidrolizable, más estable en acidez que en alcalino.

Bioallethrin D-Trans-
Allethrin

Evite la alta acidez o alcalinidad

Fuentes: (Montes y Martínez, 1991), (Custom Chemicides) y (Bohmont, 1990).

Fungicidas.

Los insecticidas y fungicidas, por otra parte, muestran descomposición en agua que tiene un pH alto (alcalino). Esto significa que los insecticidas comienzan a descomponerse una vez mezclados en el tanque de rociado con agua con un pH alto. Los fungicidas tales como benomyl, chlorothalonil y captan pueden ser inactivos rápidamente si están en el tanque de rociado en una fuente de agua alcalina (Maurise, 1996 y Petroff, 1998).

Es importante mencionar que algunos productos son fitotóxicos al bajar el pH, algunos ejemplos son: fungicidas que contienen cobre tales como sulfato de cobre, óxido de cobre y caldo bórdeles (Montes y Martínez, 1991 y Hock, 1998).

Cuadro 5: Estabilidad de los agroquímicos (FUNGICIDAS) con respecto al pH.

Nombre Común	Nombre técnico	pH	Comentarios/Porciones en tiempo de descomposición del 50% (T1/2)
Benlate	Benomyl	5.6 6 7	Arriba de 30 Horas. 6.8 Horas 12 Minutos.

Continúa...

Nombre Común	Nombre técnico	pH	Comentarios/Porciones en tiempo de descomposición del 50% (T1/2)
Bravo	Clorotalonil	6 7	6.8 Horas. 12 Minutos.
Captafol	Captafol		Estable excepto bajo condiciones alcalinas.
Captan	Captan	4 10	4 Horas. 12 Minutos.
Dexon	Fenamínosulf		Se descompone en el agua acelerándose en solución alcalina.
Dodine	Dodine		No compatible con cal o clorobenzilato.
Fenfuram	Fenfuram		Hidrolizado bajo condiciones alcalinas fuertes.

Fuentes: (Montes y Martínez, 1991), (Custom chemicides) y (Bohmont, 1990).

Herbicidas.

Como regla general, el pH para el agua usada para rociar pesticidas es escasamente ácida (4-6). Sin embargo hay siempre excepciones, que deben ser incluidas en la etiqueta. Por ejemplo, algunos herbicidas conocidos tienen una descomposición en el tanque de rociado cuando el pH es demasiado ácido (pH menos que 7). Las sulfonilureas pueden inactivarse si se deja en el tanque de mezclado en una agua ácida. Temperatura más altas también causan que estos herbicidas se inactiven a un ritmo más alto. (Petroff, 1998 y Maurise,1996).

Cuadro 6: Estabilidad de los agroquímicos (HERBICIDAS) con respecto al pH.

Nombre Común	Nombre técnico	pH	Comentarios/Porciones en tiempo de descomposición del 50% (T1/2)
Atrazine	Atrazine		Se descompone lentamente en soluciones alcalinas más rápidamente con presencia de cal.
Diquat	Diquat		Estable en neutro o ácido pero con la alcalinidad se descompone.
Gramoxone Paraquat			Estable excepto en condiciones alcalinas.

Princep	Simazine	Se descompone lentamente en alcalinidad más rápido con cal presente. pH óptimo 6-7.
Roundup	Glyphosate	pH 3.5 optima eficacia.
Goal	Oxifluorfen	Estable en pH neutral.

Fuentes: (Montes y Martínez, 1991), (Custom Chemicides), (Bohmont, 1990)

La severidad de la pérdida por hidrólisis depende de los siguientes factores:

1. El grado de alcalinidad del agua.
2. La susceptibilidad del pesticida a la alcalinidad.
3. La cantidad del tiempo que el pesticida esta en contacto con el agua.
4. La temperatura de la solución de rociado.

(Montes y Martinez, 1991 y Custom Chemicides).

El alto nivel de la alcalinidad del agua puede cortar la efectividad de los pesticidas susceptibles. Para contrarrestar pérdidas, primero se determina el nivel de pH de su agua. Con un medidor electrónico que será muy exacto. También hay disponibles varios otros métodos de

medir el pH como son los famosos tituladores. Estos son más problemáticos pero son más o menos exactos. Después se lee la etiqueta del producto para fijarse el nivel de pH que es mejor para el producto (Reeves, 1995).

(Petroff, 1998) recomienda, utilizar las siguientes pautas generales una vez que se haya determinado cual es el pH de su agua de rociado. Recuerde, lea la escritura de la etiqueta del pesticida.

- pH 3.5-6.0 satisfactorio para la mayoría de las rociaduras de almacenaje a corto plazo (12 a 24 horas) de la mayoría de las mezclas de pesticidas en el tanque de rociado. Lea la etiqueta.

- pH 6.1-7.0 adecuado para la rociadura inmediata de la mayoría de los pesticidas. No deje la mezcla de rociado en el tanque por más de 1 a 2 horas para prevenir la pérdida de eficacia.

- pH 7.0 hacia arriba agregar buffer o acidificador.

Lista de algunos productos acidificadores para bajar el pH del agua a las condiciones recomendadas del producto químico que se aplicara:

Cuadro 7: CARACTERISTICAS DE LOS ACIDIFICADORES.

ACIDIFICADOR.	DESCRIPCIÓN.	PH
Vinagre	De alcohol: Acidez total expresada en ácido acético = 5% ingredientes: Agua, vinagre de alcohol al 10%.	3.4

ACIDIFICADOR.	DESCRIPCIÓN.	PH
Dapplus	Acidificantes y reguladores del pH Orgánicos 32%. Polialcoholes y Glicoles (dispersante, penetrante y Antiespumante) 38%. Disolventes y Coadyuvantes 30%.	2.3
Buffex	Regulador del pH y dureza del agua. Acidos orgánicos policarboxilicos 42% Sales de ácidos orgánicos policarboxilicos 45%.	4.6
Acido fosfórico.	Acido fosfórico 65%. Fósforo como Pentóxido 46%. Fósforo como elemento 20%. Nitrógeno 10%. Hierro 700 ppm. Zinc 400 ppm. Manganeso 170 ppm. Cobre 25 ppm.	2.2
LI 700.	Surfatante, penetrante, acidificante. Fosfatidilcolina, ácido metilacético, y eter alkyl polyoxyetileno 80%. Constituyente enefectivo como Adjuvante 20%.	4.4
DAP.	Dispersante, acidificante, penetrante Nonil fenoletoxilado con 9 moles de Óxido de etileno 25%. Regulador de PH y acidificante (mezcla de fosfatos	2.6

Y ácido fosfórico 4% inertes diluyentes 71%.

Fuente: (Medina,1997).

La ventaja principal de la acidificación se obtiene durante el tiempo que el pesticida esta en el tanque de rociado; es decir, a partir del tiempo que el pesticida se agrega al agua en el tanque al tiempo que el rociado se a secado en el follaje. Si su fuente de agua es alcalina, la adición de un neutralizante a la preparación del rociado es una manera fácil y económica de garantizar máximos resultados de sus aplicaciones de pesticidas. (Hock,1998).

CONCLUSION

A manera de conclusión se puede mencionar que el factor pH alcalino del agua es uno de los factores que afecta una gran mayoría de plaguicidas. Por lo que se recomienda utilizar buferizantes para bajar el pH a un rango entre 4-6 en el cual la mayoría de los pesticidas son más estables.

Otro factor que esta involucrado en la hidrólisis alcalina es el pH de la formulación ya que este nos indica el grado de susceptibilidad del producto.

BIBLIOGRAFIA

Agricultura de las Américas. 1995. Sucesos: Mercado de plaguicidas en México. Enero/Febrero. Pag. 37.

Agricultura de las Américas. 1996. MIP en arroz en Asia tropical. Mayo/junio. Pag. 23.

Agro-síntesis, 1986. Agroquímicos; Que sucede con los herbicidas en el suelo. 17(1). Pag. 44-48.

Alexander Martin.1980. Introducción a la Microbiología del Suelo, Edit. Calypso, México D. F. Pag. 463-480.

Bohmert Bert L. 1990. The standard pesticide Users Guide. Prentice-Hall, Inc. A simon & schuster company Englewood cliffs, New Jersey. Printed E. U. Pag. 498

Carrero J. M. 1995. Plagas del campo. 12 Edición. Edit. Mundi-Prensa, España. Pag. 87

Costa J. J., Margheritis A. E., Marsico O. J. 1974. Introducción a la terapéutica vegetal, 1 Ed. Edit Hemisferio sur, Buenos aires Argentina. Pag. 247

Commercial tree fruit production guide contains (C.T.F.P), 1998. New Jersey. Internet:
<http://www.virtualorchard.net/rce/98tfrecs/4pestst/4pestst11.html>

Custom Chemicides (Sin fecha). Quick Guide to buffering. Fresno, California.

De la Jara A. F. 1988. Herbicidas y ambiente En: Memorias del IX Congreso nacional de la ciencia de la maleza. SOMECIMA. ESAHE. Cd. Juárez, Chihuahua, México. Pag. 136-149.

Fuentes de Piedrahita C. L. 1980. Guía de estudio Recomendaciones básicas sobre manejo de agroquímicos. Centro internacional de agricultura tropical (CIAT), Cali, Colombia. Pag. 29

Hawthorne, 1976. Pest control failures? Check your solution pH. En Plant protection abstracts. Vol 13 Nos 3, 1977. Pag. 21-22.

Hock K. Winand. 1998. Effect of pH on pesticide stability and efficacy, extension pesticides specialist, Penn State University. Internet:
<http://pmep.cce.cornell.edu/facts-slides-self/facts/gen-peapp-ph.html>

Integración de tecnologías y recomendaciones agropecuarias de kamara (Intrakam). Folleto de divulgación sobre sinercid, un producto de la línea sider surfactante acondicionador.

Jerry Doll ph Dr., Ing. Cilia F. Piedrahita y Ing. Valentin Aguallo. 1990. Formulaciones de herbicidas En: Memorias del curso de actualización sobre manejo de malezas. SOMECIMA. Irapuato, Gto., México. Pag. 28-30.

Klingman Glenn C. Y F. M. Ashton. 1980. Estudio de las plantas nocivas, principios y practicas. LIMUSA. México, D. F. Pag. 75-90.

Loera. 1998. Información proporcionada en comunicacion por carta por el Dr. Jesús Loera Gallardo. INIFAP, Río Bravo, Tamaulipas.

Mársico Osvaldo J. V. 1980. Herbicidas y fundamentos del control de malezas. Ed. Hemisferio sur, Buenos aires, Argentina. Pag. 298.

Maurice Denise. 1996. Water quality and pesticide performance. AGROMANAGER.
Internet: <http://www.westcoag.com/alerts/alert08.htm>

Medina V. J. 1997. Modificación del pH del agua y estabilidad de mezclas plaguicidas de uso común en el norte de Tamaulipas. Tesis profesional. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah., México.

Montes C. Fermin y Jesús Martínez. 1991. El efecto del pH en pesticidas. Horti-Notas FAUANL. Programa de hortalizas. Pag. 14.

McEwen F. L. Y Stephenson G. R. 1979. The use and significance of pesticides in the invironment. A wiley-Intercience publication, john wiley & Sons. Printed in the united States of America. Pag. 538

National Academy of Sciences (N.A.S.). 1992. Control de plagas de plantas y animales. Plantas nocivas y como combatirlas. Vol. 2. Ed. LIMUSA. México. Pag. 574.

National Academy of Sciences (N.A.S.). 1992. Control de plagas de plantas y animales. Manejo y control de plagas de insectos. Vol. 6. Ed. LIMUSA, México. Pag. 522.

Petroff Reeves, 1998. Water quality and pesticide performance. Pesticide Education specialist, Montana State University, Extension service.

Internet: <http://scarab.msu.montana.edu/extencion/MTAIWQPP.htm>

Powell C. C. Y Lindquist K. R. 1992. Ball pest & Disease Manual. Ball Publishing. All rights reserved. Printed in the United States of America. Pag.220-222

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

Veléz A., 1990. Persistencia de los herbicidas en el suelo y agua En: Memorias del curso de actualización sobre manejo de malezas. SOMECIMA. Irapuato, Gto., México. Pag. 55-65.

Villarias Moradillo J. L. 1981. Guía de aplicación de herbicidas. Control de malas hierbas. Vol. II. Mundi-Prensa. Madrid, España. Pag. 25-30.