

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**  
**VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO**  
**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON**  
**ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA SOSTENIBLE**

**INFLUENCIA DE LA CALIDAD DE AGUA SOBRE LOS MECANISMOS DE**  
**ACCIÓN DE LOS PRINCIPALES AGROQUÍMICOS EMPLEADOS COMO**  
**HERRAMIENTA INTEGRAL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**  
**DE LA PROVINCIA DE LOS SANTOS**

**JUAN M. VISUETTI H.**

**PROYECTO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO**  
**DE MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN**  
**AGRÍCOLA SOSTENIBLE.**

**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

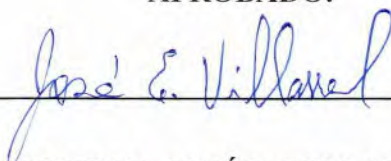
**2016**



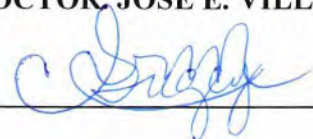
**INFLUENCIA DE LA CALIDAD DE AGUA SOBRE LOS MECANISMOS DE  
ACCIÓN DE LOS PRINCIPALES AGROQUÍMICOS EMPLEADOS COMO  
HERRAMIENTA INTEGRAL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
DE LA PROVINCIA DE LOS SANTOS**

**PROYECTO DE INTERVENCIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN  
AGRÍCOLA SOSTENIBLE**

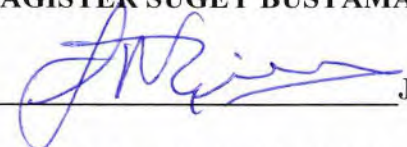
**APROBADO:**

**ASESOR**

**DOCTOR JOSÉ E. VILLAREAL**

**JURADO**

**MAGÍSTER SUGEY BUSTAMANTE**

**JURADO**

**MAGÍSTER JOSÉ RIVERA**

**PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2016**

## **DEDICATORIA**

Este esfuerzo es dedicado al motor de todas mis emociones; mi hija ABBI MARIE.

## **AGRADECIMIENTO**

Darle gracias a Dios por la oportunidad de culminar con éxito este trabajo.

A mis padres, quienes son la luz de mi vida y a su incondicional e interminable apoyo.

A Vanesa, por acompañarme en las buenas y malas de este proyecto.

Al cuerpo de profesores asesores de este trabajo, Dr. José Villarreal, MSc. Sugey Bustamante y MSc. José Rivera. De igual forma al resto de los profesores del transcurso de esta carrera, por compartir su experiencia y conocimiento.

Y por supuesto a los compañeros, amigos, colegas ingenieros todos Arturito Batista, Cheo Batista, Virgilio Ureña; Fulo De León; Julio Barragán; Juan De Vicente, Yamilka Guevara; Eduardo Montenegro; Franklin Wilcox, Nandón Quintero, Lía Ortega, Roberto Samaniego, Mara Moreno, Erick Domínguez, Jacinto Espino, Edilberto Hernández, Emmanuel Cubilla; que formaron el grupo de maestría y quienes compartieron su conocimiento plenamente.

## INDICE DE CONTENIDO

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| <b>DEDICATORIA</b> .....   | iii           |
| <b>AGRADECIMIENTO</b> .....  | iii           |
| <b>INDICE DE CONTENIDO</b> .....   | iv            |
| <b>INDICE DE CUADROS</b> .....   | v             |
| <b>INDICE DE FIGURAS</b> .....   | vi            |
| <b>INDICE DE ANEXOS</b> .....  | vii           |
| Resumen.....   | 1             |
| Summary.....   | 1             |
| Introducción.....  | 2             |
| <b>1. ASPECTOS GENERALES</b> .....   | <b>3</b>      |
| <b>1.1</b> Planteamiento del problema.....   | <b>3</b>      |
| <b>1.2</b> Justificación e importancia.....  | <b>3</b>      |
| <b>1.3</b> Objetivos.....  | <b>3</b>      |
| <b>1.3.1</b> Objetivo general.....   | <b>4</b>      |
| <b>1.3.2</b> Objetivos específicos.....  | <b>4</b>      |
| <b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....   | <b>5</b>      |
| <b>2.1</b> Situación del agua.....   | <b>5</b>      |
| <b>2.2</b> La calidad del agua.....  | <b>6</b>      |
| <b>2.3</b> Parámetros que influyen la calidad del agua.....                                    | <b>8</b>      |
| <b>2.3.1</b> El pH del agua.....   | <b>8</b>      |
| <b>2.3.2</b> La dureza del agua.....   | <b>9</b>      |
| <b>2.4</b> Aspectos generales de los agroquímicos en los sistemas de producción agrícola.....  | <b>11</b>     |
| <b>2.5</b> Situación de los agroquímicos en Panamá.....  | <b>14</b>     |
| <b>2.6</b> Los herbicidas como herramienta integral en los sistemas de producción de maíz..... | <b>20</b>     |

|         |  |           |
|---------|--|-----------|
| 2.6.1   | Caso Glifosato.....  | 21        |
| 2.6.1.1 | Interacción de glifosato y pH.....   | 22        |
| 2.6.1.2 | Interacción de glifosato y dureza.....   | 24        |
| 2.7     | Los coadyuvantes o aditivos como alternativas en el manejo de la<br>calidad de agua..... | 27        |
| 3.      | <b>METODOLOGÍA.....</b>  | <b>29</b> |
| 3.1     | Procedimientos, materiales y métodos.....  | 29        |
| 3.1.1   | Metodología de diagnóstico agrícola.....   | 29        |
| 3.1.2   | Metodología de muestreo.....   | 29        |
| 3.1.3   | Metodología de determinación de la calidad del agua.....                                 | 30        |
| 3.2     | Resultados esperados.....  | 30        |
| 3.2.1   | Resultados de diagnóstico agrícola.....  | 30        |
| 3.2.2   | Manejo de la calidad del agua.....   | 32        |
| 3.2.3   | Informe técnico de resultados.....   | 33        |
| 3.2.4   | Implementación del proyecto.....   | 34        |
| 4.      | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>   | <b>35</b> |
| 5.      | <b>ANEXOS.....</b>   | <b>38</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

| <b>Cuadro</b>  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| 1 Volumen de agua del planeta (millones de km <sup>3</sup> ), porcentajes de agua dulce y<br>totales.....              | 6             |
| 2 Escala y clasificación del pH.....   | 8             |
| 3 Clasificación del agua de acuerdo a los contenidos de CaCO <sub>3</sub> .....  | 10            |
| 4 Clasificación del agua de acuerdo a los contenidos de CaCO <sub>3</sub> . (Sociedad<br>Americana de Ingenieros)..... | 10            |
| 5 Condiciones de agua para aplicación de algunos<br>herbicidas.....  | 13            |
| 6 Análisis de efectividad al 60% de volumen aplicado.....  | 13            |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 7  | Cantidad de insumos fitosanitarios registrados en Panamá.....                              | 16 |
| 8  | Importaciones en Panamá de distintos agroquímicos, años 2012-2014.....                     | 16 |
| 9  | Análisis económico de efectividad al 60% de distintos agroquímicos utilizados en maíz..... | 21 |
| 10 | Condiciones para aplicación de glifosato y rango de pH óptimo.....                         | 23 |
| 11 | Análisis de eficiencia de glifosato según presentación de producto comercial...            | 25 |
| 12 | Desactivación de glifosato en distintos tipos de dureza y volúmenes de agua (%)......      | 26 |

## INDICE DE FIGURAS

| <b>Figura</b> | <b>Página</b>  |    |
|---------------|--|----|
| 1             | Importaciones de agroquímicos en Panamá de 2012 a 2014.....  | 17 |
| 2             | Principales clases de agroquímicos registrados en Panamá.....  | 17 |
| 3             | Importaciones de herbicidas en Panamá de 2012-2014.....  | 18 |
| 4             | Importaciones de insecticidas en Panamá de 2012-2014.....  | 18 |
| 5             | Importaciones de fungicidas en Panamá de 2012-2014.....  | 19 |
| 6             | Importaciones de otros agroquímicos en Panamá de 2012-2014.....  | 19 |
| 7             | Fórmula para estimar inactivación de glifosato por dureza del agua (%).  | 24 |
| 8             | Encuesta. ¿Ha realizado análisis del agua para aspersión de agroquímicos en su finca?.....   | 31 |
| 9             | Encuesta. ¿Alguna institución del sector agropecuario u ONG le ha brindado asistencia técnica sobre calidad de agua para aspersión de agroquímicos?..... | 31 |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>10</b> | Encuesta. ¿Estaría interesado en realizar análisis del agua para<br>aspersión de agroquímicos de su fuente?..... | <b>32</b> |
|-----------|--|-----------|

## INDICE DE ANEXOS

| <b>Anexo</b> |  | <b>Página</b> |
|--------------|--|---------------|
| <b>1</b>     | Cronograma de actividades.....   | <b>38</b>     |
| <b>2</b>     | Presupuesto para realización del proyecto.....                                       | <b>39</b>     |
| <b>3</b>     | Formato de encuesta a productores.....   | <b>40</b>     |
| <b>4</b>     | Formato de informe técnico.....  | <b>42</b>     |
| <b>5</b>     | Norma copanit dgnti-copanit 21-393-99. Agua. Calidad de agua-toma<br>de muestra..... | <b>43</b>     |

## RESUMEN

El manejo de los recursos hídricos tiene una marcada relevancia a nivel social, económico y ambiental para la región de Azuero; principalmente en los sistemas de producción agrícola de la provincia de Los Santos, los cuales han sido fuertemente afectados por la disminución de la disponibilidad de recurso hídrico. Históricamente los agroquímicos han demostrado ser herramientas integrales para el control de plagas de los cultivos. En Panamá un solo herbicida representa 25% del total de las importaciones de éstos productos, el cual es altamente utilizado para el control de malezas en el cultivo del maíz; con un uso consecuente de agua, cantidad que no ha sido estimada. El presente proyecto se plantea con el objetivo de promover un plan de muestreos de fuentes de agua para aspersiones de agroquímicos en sitios de producción de maíz del distrito de Pedasí, para determinar su interacción con los parámetros químicos pH y dureza. Metodológicamente se levantó la información primaria a través de encuesta a productores maiceros del distrito, con el fin de buscar justificar antecedentes, interés y manejo del tema. Se propone además desarrollar un plan de transferencia de la tecnología a través de charlas, días de campo a productores y seminarios de capacitación para personal técnico que facilitarán el proyecto a los productores, otorgándoles con esto un valor agregado a su finca, el cual permitirá llevar una actividad agrícola sostenible.

**Palabras claves:** Integral, calidad de agua, ingrediente activo, pH, dureza.

## SUMMARY

The management of water resources has a strong relevance to social, economic and environmental level for the Azuero region; mainly in agricultural production systems in the province of Los Santos, which have been strongly affected by the reduced availability of water resources. Agrochemicals historically have proven comprehensive tools for controlling crop pests. In Panama a single herbicide represents 25% of total imports of these products, which is highly used for weed control in corn cultivation; with a consequent use of water, an amount that has not been estimated. This project is proposed with the aim of promoting a plan for sampling water sources for spraying agrochemicals in Pedasí district sites of corn production to determine their interaction with chemical parameters pH and water hardness. Primary information methodologically rose through survey district corn producers, in order to seek to justify background, interest and handling the issue. An activity also aims to develop a plan of transfer of technology through lectures, field producers and training seminars for technical personnel to facilitate the project to producers, providing them with this added value to their farm and let out sustainable agriculture.

**Keywords:** Integral, water quality, active ingredient, pH, hardness.

## INTRODUCCIÓN

En Panamá los sistemas de producción agrícola, son dependientes de la utilización de agroquímicos para el control de plagas.

De acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), entre los años 2012 al 2014, las importaciones de agroquímicos superaron los 19 millones de kilogramos o litros (kg o l), donde un solo herbicida representó 25% de las importaciones para éste periodo; el cual es muy demandado por los productores de la provincia de Los Santos, donde se desarrolla 80% de la producción de maíz mecanizado y más del 25% de la siembra de maíz a chuzo tecnificado del país. De la misma manera, una demanda consecuente de agua para la aplicación del mismo; cantidad de recurso hídrico la cual aún no ha sido precisada.

Una encuesta diagnóstico aplicada a productores de maíz en la provincia de Los Santos, específicamente en la zona maicera del distrito de Pedasí, demuestra que un alto porcentaje de éstos no conoce la calidad de agua que utilizan para la aspersión de agroquímicos.

El proyecto tiene como objetivo, generar propuesta, que incluya muestreos de la calidad de las fuentes de agua para aspersiones de agroquímicos en la zona maicera del distrito de Pedasí, buscando revelar datos determinantes; además, transferir la metodología a productores por medio de charlas, días de campo y capacitaciones.

## **1. ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 Planteamiento del problema**

La producción agropecuaria, constantemente enfrenta desafíos para su desarrollo. En los últimos ciclos de producción de maíz, en el Distrito de Pedasí se han reportado pérdidas a causa de la escasez de las lluvias, las cuales han sido considerables.

A menudo, los productores manifiestan la inquietud acerca de la poca eficiencia que produce la utilización de un determinado producto agroquímico que se adquiere en el mercado.

Al no contar con información respecto a los parámetros fisicoquímicos que contiene el agua utilizada durante la aplicación, se está perdiendo un porcentaje considerable del ingrediente activo de los productos y por consiguiente el desgaste del recurso hídrico durante cada ciclo de producción, específicamente en la zona maicera del distrito de Pedasí

### **1.2 Justificación e importancia**

Los productores de maíz de la zona de Pedasí realizan aplicaciones de agroquímicos en forma excesiva o repetida durante los ciclos del cultivo. Esto quedó demostrado a través de los resultados obtenidos en la encuesta de diagnóstico aplicada a productores, la cual revela que 80% de productores aumenta las dosis de agroquímicos recomendada.

Determinar la importancia de la calidad de agua utilizada en las aspersiones de agroquímicos, sobresale entre varios aspectos involucrados en el proceso de aplicación.

Actualmente no se cuenta con una normativa sobre el uso del agua destinada a los procesos de producción agropecuarios. La Comisión de Asuntos Agropecuarios de la

Asamblea Nacional de Diputados de Panamá, establece que la normativa sobre los agroquímicos en nuestro país es muy abarcadora y se basa en la comercialización de agroquímicos.

De igual manera, manifiesta que su desarrollo enfrenta duras restricciones específicamente en la aplicación a nivel de campo. Por lo cual se manifiesta la necesidad de contar con un documento que establezca parámetros específicos sobre calidad de agua para aspersiones de agroquímicos que contenga datos de referencia para el uso sostenible de los mismos.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 General**

- ✓ Determinar la influencia de la calidad de agua sobre los mecanismos de acción de los agroquímicos utilizados en los sistemas de producción del cultivo de maíz

#### **1.3.2 Específicos**

- ✓ Proponer muestreo y análisis fisicoquímico de fuentes de agua para aspersión de agroquímicos utilizados en el cultivo de maíz en el distrito de Pedasí.
- ✓ Determinar la interacción de los parámetros pH y dureza del agua con los principales agroquímicos recomendados para el cultivo de maíz.
- ✓ Implementar una efectiva metodología de transferencia de tecnología de extensionistas a productores de maíz en el distrito de Pedasí.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Situación del agua

El contenido de agua del planeta se estima en 1,386 millones de kilómetros cúbicos, los cuales se depositan en glaciares y capas polares, aguas subterráneas, lagos, ríos, atmósfera y la mayor cantidad en los océanos. Estas cantidades han estado circulando siempre por la tierra, originando y conservando la vida en ella (FAO, 2002).

El Cuadro 1 muestra la relación entre los volúmenes totales del agua y los porcentajes que la misma representa en los diferentes depósitos del planeta.

Muchos países se encuentran en una situación hídrica deficitaria, debido a que consumen más agua que los recursos renovables que tienen disponibles. Los déficits de agua se producen principalmente si la extracción de aguas subterráneas supera la recarga de los acuíferos (FAO, 2001).

El volumen medio de precipitación en Panamá se estima en 220.8 km<sup>3</sup>, los cuales se dividen el 64% en la vertiente del Pacífico y el resto en el Caribe (ANAM, 2011).

La extracción de agua en nuestro país por las diferentes actividades que la demandan alcanza cifras de 1.037 km<sup>3</sup>; de los cuales el 56% pertenece al sector municipal, el 43% corresponde al sector agrícola (riego, ganadería, acuicultura) y apenas el 1% corresponde a la demanda del sector industrial; la extracción de agua por habitante en nuestro país se calcula en 282 m<sup>3</sup>/año. Dichas cantidades significan un porcentaje de presión sobre las cantidades totales de recursos hídricos renovables de apenas 0.7%. Cabe destacar que en este análisis no se incluyen los usos no consuntivos de los sectores hidroeléctricos y el volumen de agua destinado a esclusaje

de naves del canal de Panamá, en donde se concesionan 9.77 y 2.62 km<sup>3</sup> de agua, respectivamente (FAO, 2016).

**CUADRO 1. VOLÚMEN DE AGUA DEL PLANETA (millones de km<sup>3</sup>), PORCENTAJE DE AGUA DULCE Y TOTALES.**

|                              | Volumen de agua<br>(millones de km <sup>3</sup> ) | Porcentaje de<br>agua dulce | Porcentaje del total<br>del agua |
|------------------------------|---|-----------------------------|----------------------------------|
| Agua total                   | 1386  |                             | 100                              |
| Agua dulce                   | 35  | 100                         | 2.53                             |
| Glaciares y capas<br>polares | 24.4  | 69.7                        | 1.76                             |
| Agua subterránea             | 10.5  | 30.0                        | 0.76                             |
| Lagos, ríos y<br>atmósfera   | 0.1   | 0.3                         | 0.01                             |
| Agua salina                  | 1351  |                             | 97.47                            |

Fuente: FAO, 2002.

El istmo panameño cuenta con 52 cuencas hidrográficas, de las cuales dos son compartidas con los países vecinos de Costa Rica y Colombia (Asociación Mundial para el Agua, Centro América, 2010). Datos suministrados por ETESA (2011), señalan que la vertiente del Pacífico abarca el 70% del territorio, hacia ella desaguan cerca de 350 ríos cuya longitud media es de 106 Km. Por otro lado, la vertiente del Caribe ocupa sólo el 30% del territorio nacional y hacia ella desaguan 150 ríos, cuya longitud media es de 56 Km.

## **2.2 La calidad del agua**

La calidad del agua es definida como las propiedades químicas, físicas y biológicas que afectan su uso. De acuerdo con lo anterior, la calidad del agua no puede ser definida hasta que su uso sea especificado (Pérez, 2011).

Desde un punto de vista agrícola, la calidad del agua se refiere al tipo y la cantidad de sales presentes en ella y su efecto sobre el suelo, el desarrollo y crecimiento de los cultivos (FAO, 2002).

El agua utilizada como vehículo en la aplicación de agroquímicos, se obtiene de fuentes superficiales y subterráneas como las extraídas de distintos acuíferos naturales. Según Alfaro (2011), la calidad del agua está determinada por su limpieza (ausencia de limo y materia orgánica en suspensión) y su contenido de iones minerales presentes, el cual depende en gran medida de las fuentes mencionadas.

Añade, que el contenido mineral del agua radica en los muchos elementos químicos que pueden estar disueltos en ella, pero seis son los principales iones que aparecen disueltos en la mayoría de las aguas y entre ellos los cationes, Calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), Magnesio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) y Sodio ( $\text{Na}^+$ ), además los aniones Sulfato ( $\text{SO}_4^-$ ), Cloro ( $\text{Cl}^-$ ) y Bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ).

Leiva (2010), considera al agua como un medio agresivo para los agroquímicos; indica que un producto en su envase original se conserva inalterado por 36 meses, en cambio, una vez disuelto en agua su efectividad se ve comprometida en horas o días, según las circunstancias.

## 2.3 Parámetros que influyen la calidad del agua.

### 2.3.1 El pH

El pH indica la concentración de protones  $H^+$  y aniones  $(OH)^-$  existentes como consecuencia de la disociación de la molécula de agua y es medido sobre una escala desde 1 hasta 14. De manera general valores menores de 7 son ácidos, 7 es el valor de neutralidad que se interpreta como la misma cantidad de hidrógeno y oxidrilo y 14 corresponde a soluciones fuertemente alcalinas (mayor cantidad de oxidrilos) Arriospe (2004) y Rodríguez (2005). Estas interpretaciones se pueden observar en el Cuadro 2.

**CUADRO 2. ESCALA Y CLASIFICACIÓN DEL pH**

| pH | Clasificación |
|----|---------------|
| 1  | Muy Ácido     |
| 2  |               |
| 3  |               |
| 4  | Ácido         |
| 5  |               |
| 6  |               |
| 7  | Neutro        |
| 8  | Alcalino      |
| 9  |               |
| 10 |               |
| 11 |               |
| 12 |               |
| 13 |               |
| 14 |               |

Fuente: Arriospe, 2004 y Rodríguez, 2005

### 2.3.2 La dureza del agua

Según Rodríguez (2010), el término dureza del agua se refiere a la cantidad de sales de calcio y magnesio disueltas. Indica que dichos minerales tienen su origen en las formaciones rocosas calcáreas, y pueden ser encontrados, en mayor o menor grado, en la mayoría de las aguas naturales.

La dureza del agua se reconoció originalmente por la capacidad que tiene el agua para precipitar el jabón, o sea, las aguas requieren de grandes cantidades de jabón para producir espuma. El fenómeno también se expresa de manera doméstica ya que las aguas duras son las que generan sarro en los recipientes para hervir agua (Leiva, 2010).

El agua adquiere la dureza cuando pasa a través de las formaciones geológicas que contienen los elementos minerales que la producen y por su poder solvente los disuelve e incorpora. El agua adquiere el poder solvente, debido a las condiciones ácidas que se desarrollan a su paso por la capa de suelo, donde la acción de las bacterias genera  $\text{CO}_2$ , el cual existe en equilibrio con el ácido carbónico. En estas condiciones de pH bajo, el agua ataca las rocas, particularmente a la calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), entrando los compuestos en solución (Rodríguez, 2010).

La experiencia obtenida en Costa Rica bajo muestreo en todas las regiones cañeras de ese país, abarcando diferentes fuentes de agua utilizadas en las aplicaciones de herbicidas, logró determinar, que las aguas en general son blandas, con durezas que en su gran mayoría oscilan entre 50 y 100 mg/l de  $\text{CaCO}_3$  (Alfaro, 2011).

La dureza es clasificada considerando los contenidos de  $\text{CaCO}_3$  en mg/l. Rodríguez (2010) y Arriospé (2004) coinciden en los valores basados en los contenidos de

CaCO<sub>3</sub>, que van desde 0 a 300 mg/l. Las demás clasificaciones se pueden observar en los Cuadros 3 y 4.

**CUADRO 3. CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE ACUERDO A LOS CONTENIDOS DE CaCO<sub>3</sub>.**

| Clasificación | Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) |
|---------------|----------------------------------|
| Agua Blanda   | 0 a 75                           |
| Agua Semidura | 76 a 150                         |
| Agua Dura     | 151 a 300                        |
| Agua Muy Dura | ≥ 301                            |

Fuente: Arriospe, 2004 y Rodríguez, 2010.

**CUADRO 4. CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE ACUERDO A LOS CONTENIDOS DE CaCO<sub>3</sub>. (SOCIEDAD AMERICANA DE INGENIEROS).**

| Clasificación     | Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) |
|-------------------|----------------------------------|
| Aguas Blandas     | 0-80                             |
| Aguas semiblandas | 81 a 150                         |
| Aguas Semiduras   | 151 a 250                        |
| Aguas Duras       | 251 a 350                        |
| Aguas Muy duras   | Mayor 351                        |

Fuente: Masiá, 2014

**2.4 Aspectos generales de los agroquímicos en los sistemas de producción agrícola.**

El término “Plaguicida” alude a cualquier sustancia, o mezcla de éstas, utilizada para prevenir o controlar plagas y enfermedades de origen vegetal, animal, bacteriano, viral o fúngico. Los plaguicidas recorren un camino compuesto por numerosas etapas; en las cuales intervienen diferentes actores y ocurren distintas acciones, de las cuales

interesan especialmente aquellas ligadas al proceso productivo agropecuario (Martens, 2012).

Es difícil precisar con exactitud la época en que los productos químicos comenzaron a ser aplicados en la agricultura. Sin embargo, es conocido que desde hace mucho los chinos utilizaban gas óxido de etileno para acelerar la maduración de las frutas, los griegos trataban las uvas con cenizas debido a su alcalinidad, antes de transformarlas en pasas de uvas y los indios de América del Norte usaban peces muertos para fertilizar la tierra (Isern, 2002).

Desde que el hombre se convirtió en agricultor, se vio en la necesidad de combatir las plagas que atacaban a sus cultivos, las que provocan una disminución de su cosecha y, por ende, su fuente de alimentación (Mondragón, 2002).

Aunque se conocían algunas sustancias orgánicas sintéticas, la gran revolución en el uso de los productos orgánicos en la agricultura coincide aproximadamente con el inicio de la Segunda Guerra Mundial, en el año de 1940. Uno de los descubrimientos más importantes fue el DDT (para-diclorodifeniltricloroetano) perteneciente al grupo de insecticidas organoclorados (Fogel, 2012; Isern, 2002 y Mondragón, 2002).

Arriospe (2004), señala algunos aspectos que hasta algún tiempo atrás se pasaban por alto, comenzaron a ser tenidos en cuenta como forma de mejorar la eficiencia, reducir costos y conseguir que las aplicaciones muestren resultados más consistentes, aun cuando las condiciones de aplicación sean siempre diferentes.

Para éste autor entre los aspectos variables que condicionan la aplicación de los agroquímicos se encuentra la calidad de agua; por lo cual se hace necesario conocer la composición de la misma, dado que la efectividad de una aplicación está condicionada

por múltiples variables, una única formulación no puede contemplar las diversas condiciones de los otros factores que intervienen (Arriospé, 2004).

Los agroquímicos se asperjan con agua como vehículo de transporte. Preservar su integridad resulta importante; por lo cual, se debe promover un medio de aplicación estable que no desintegre estructuralmente los principios activos (Leyva, 2010).

Una correcta aplicación conduce a garantizar la llegada de suficiente principio activo al objetivo en el momento oportuno. La eficiencia de aplicación se expresa como la relación entre la cantidad de producto que toma contacto con el objetivo (maleza o cultivo) y la cantidad total aplicada. El resultado de un estudio realizado, demuestra eficiencias entre el 25% y el 60%, dependiendo del sistema de cultivo; en los cuales por lo general los valores más bajos se asocian a cultivos de porte arbóreo (Martens, 2012).

El Cuadro 5 proporciona lineamientos generales de calidad de agua para algunas moléculas de acción herbicida utilizadas en distintos sistemas de producción agrícola de nuestro país (Rodríguez, 2005)

El Cuadro 6, muestra lo que una efectividad de aplicación aceptable (60%), implica para algunos productos utilizados en sistemas de producción de cultivos como maíz, arroz, otros, y de igual manera se muestra la consecuencia de la pérdida del 40% del volumen y la disposición al ambiente para cada producto (Martens, 2012)

**CUADRO 5. CONDICIONES DE AGUA PARA APLICACIÓN DE ALGUNOS HERBICIDAS.**

| Herbicida         | Turbia | Salina | Dura | Alcalina | Acida |
|-------------------|--------|--------|------|----------|-------|
| Metsulfurón       | Si     | Si     | Si   | M        | No    |
| Dicamba sal amina | Si     | Si     | Nr   | Nr       |       |
| Diurón            | Si     | Test   | Si   | Si       |       |
| Nicosulfurón      | Si     | Si     | Si   | M        | No    |
| Glifosato         | No     | Si     | No   | No       | Si    |
| Paraquat          | No     | Si     | Si   | Nr       | Si    |

No= problemas, no usar. Si= sin problemas. Nr= no recomendada

M= mejor. Test= mezclar y verificar estabilidad

Fuente: Rodríguez, 2005.

**CUADRO 6. ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD AL 60% DE VOLUMEN DE PRODUCTO APLICADO.**

| Producto       | Dosis (l/ha) | Objetivo (l/ha) | Ambiente (l/ha) |
|----------------|--------------|-----------------|-----------------|
| Glifosato      | 4.0          | 2.4             | 1.6             |
| Nicosulfuron   | 0.05         | 0.03            | 0.02            |
| Cipermetrina   | 0.250        | 0.150           | 0.100           |
| Pendimentalina | 3.5          | 2.1             | 1.4             |
| Atrazina       | 3.0          | 1.8             | 1.2             |

Fuente: Adaptado de Martens, 2012.

## **2.5 Situación de los agroquímicos en Panamá**

En nuestro país, actualmente existen once clases distintas de productos registrados para uso fitosanitario, como se puede observar en el Cuadro 7 (MIDA, 2015). Cabe señalar que de éstos once diferentes productos fitosanitarios registrados, no todos son aplicados en mezclas con agua, como destaca el caso de algunas fórmulas fertilizantes, algunos nematicidas de aplicación directa, así como los rodenticidas.

Del año 2012 a 2014, en nuestro país se registraron importaciones que ascienden a cantidades mayores a los 19 millones de kilogramos o litros (kg o l); siendo el año 2012 en el que más se registraron importaciones las cuales superaron los 7,02 millones de kilogramos o litros. En el año 2013, se presentaron importaciones por encima de los 6,9 millones de Kg o l, y a su vez el año 2014 presentó importaciones superiores a los 5,8 millones de Kg o l de agroquímicos; más detalles al respecto se pueden observar en la Figura 1 (MIDA, 2015).

Visto de otra manera, podemos destacar que las principales clases de ingredientes activos que son utilizados con agua para su aplicación son de acción herbicidas, con un numero de 580 registros; fungicidas con 438 moléculas registradas; insecticidas con 436 registros; 202 aditivos registrados; 9 bactericidas, como se puede observar en la Figura 2 (MIDA, 2015).

En el Cuadro 8, podemos observar que durante el periodo de 2012 a 2014, los herbicidas, han tenido importaciones totales de más de 14 millones de kg o l; las moléculas insecticidas por su parte, superan los 2.4 millones de kg o l; los ingredientes activos de uso fungicida ascienden a 2.9 millones de kg o l y otras moléculas como bactericidas, rodenticidas y molusquicidas, representan importaciones por más de 211 mil kg o l.

Los herbicidas en el año 2012 presentaron cifras de importaciones por 4,994,733 kg o l; para el año 2013 reportaron cifras en las importaciones de 4,891,657 kg o l, los cuales comparados con el año 2012 significaron un 2% menos.

Para el año 2014, los herbicidas registran importaciones de 4,413,948 kg o l; lo cual representa 11% y 9% menos en comparación con 2012 y 2013, respectivamente, como se puede ver en la Figura 3 (MIDA, 2015).

Los insecticidas por su parte, en el año 2012 reportan cifras en las importaciones de 934,362 kg o l; en el año 2013 se reportan importaciones por montos de 770,277 kg o l, los cuales comparados con el año 2012 representan un 17% menos; el año 2014 se registran importaciones de ingredientes activos para uso insecticidas por cuantías de 733,972 kg o l, los cuales comparados con los años anteriores significan disminuciones de 21 y 4% respectivamente, como se puede observar en la Figura 4 (MIDA, 2015).

Los fungicidas por su parte en el año 2012 presentaron importaciones por montos de 1,029,624 kg o l; el año 2013 se importaron un total de 1,174,056 kg o l; lo que representa un 14% más comparado con el año 2012; por su parte el año 2014 registró importaciones de 698,483 kg o l de ingredientes activos para fines fungicidas, lo cual representa un 32 y 40% menos de lo importado en los años 2012 y 2013, respectivamente, como se puede apreciar en la Figura 5 (MIDA, 2015).

Los productos para uso rodenticidas, bactericidas y molusquicidas, principalmente reportan en el año 2012 importaciones en números de 48,629 kg o l; para el año 2013, se importaron 109,810 kg o l, los cuales en comparación con el año 2012 significan un 125% más.

El año 2014 se importaron estos ingredientes activos en cantidades de 52,867 kg o l, los que comparados con los años 2012 y 2013 significan 7% más y 52% menos, respectivamente. Como se muestra en la Figura 6 (MIDA, 2015).

**CUADRO 7. CANTIDAD DE INSUMOS FITOSANITARIOS REGISTRADOS EN PANAMÁ.**

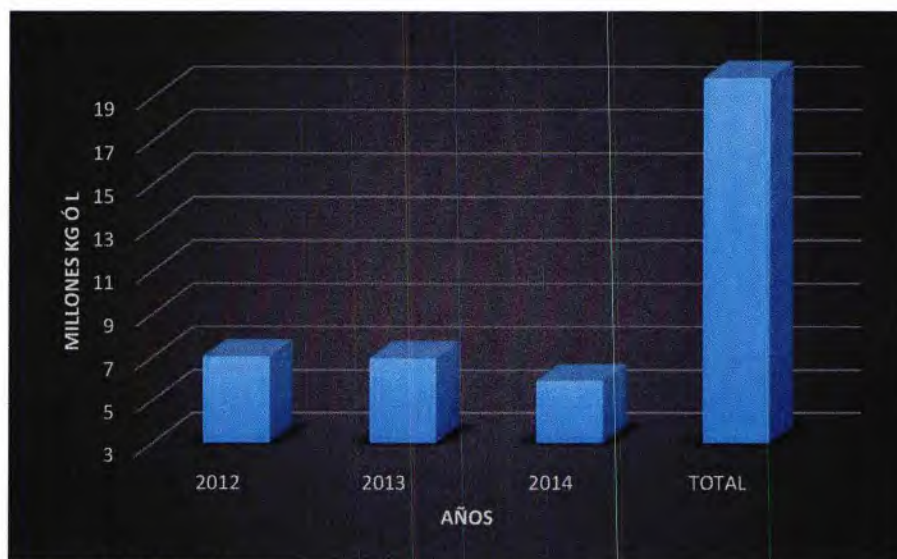
| Clase        | Cantidad |
|--------------|----------|
| Acaricida    | 6        |
| Aditivo      | 202      |
| Bactericida  | 9        |
| Fertilizante | 1648     |
| Fungicida    | 438      |
| Herbicida    | 580      |
| Insecticida  | 436      |
| Molusquicida | 3        |
| Nematicida   | 13       |
| Ovicida      | 2        |
| Rodenticida  | 11       |
| Total        | 3348     |

Fuente: MIDA, 2015.

**CUADRO 8. IMPORTACIONES EN PANAMÁ DE DISTINTOS AGROQUÍMICOS AÑOS 2012-2014.**

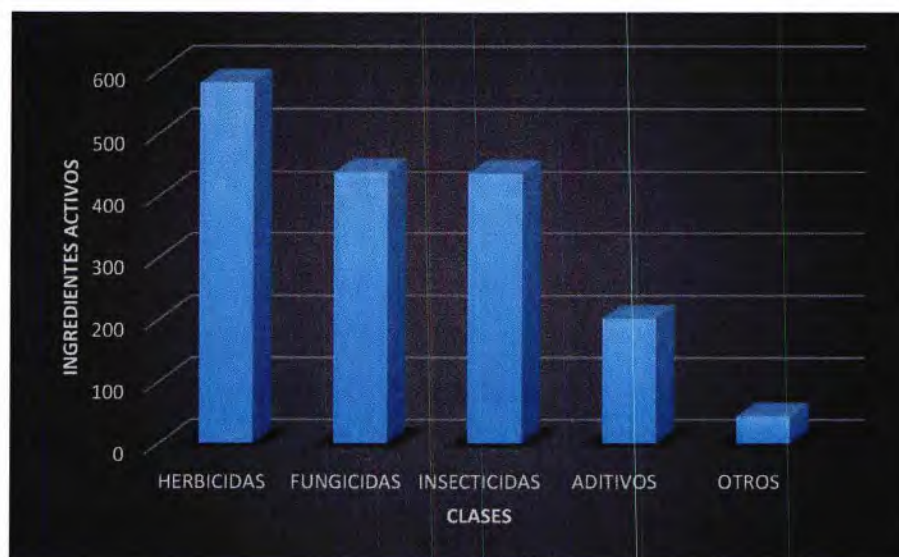
| Año                 | Herbicidas    | Insecticidas | Fungicidas   | Otros      | totales       |
|---------------------|---------------|--------------|--------------|------------|---------------|
| Kilogramos o Litros |               |              |              |            |               |
| 2012                | 4,994,733.44  | 934,362.25   | 1,029,624.65 | 48,629.48  | 7,025,052.86  |
| 2013                | 4,891,657.81  | 770,277.13   | 1,174,056.88 | 109,810.20 | 6,945,802.02  |
| 2014                | 4,413,948.16  | 733,972.55   | 698,483.95   | 52,867.00  | 5,899,271.66  |
| Total               | 14,300,339.41 | 2,438,611.93 | 2,902,165.48 | 211,306.68 | 19,852,425.50 |

Fuente: MIDA, 2015



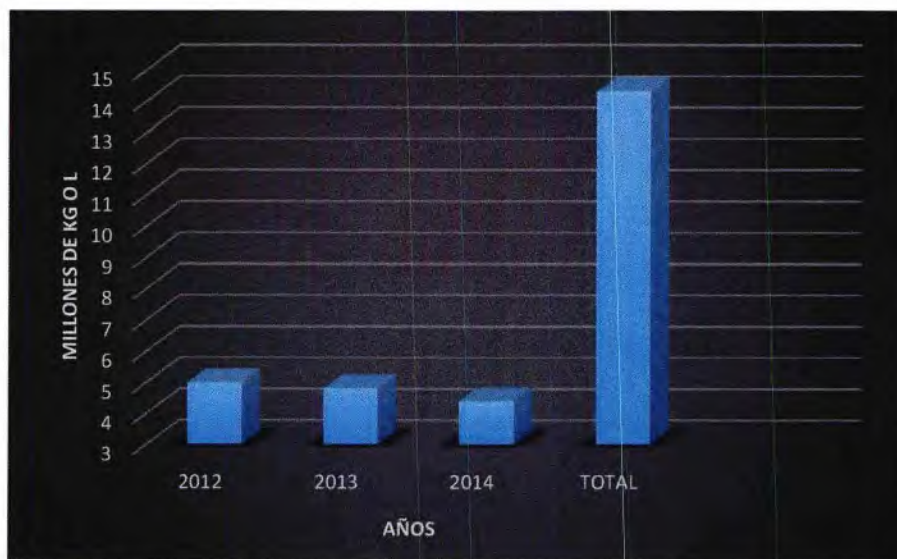
Fuente: MIDA, 2015

**FIGURA 1. IMPORTACIONES DE AGROQUÍMICOS EN PANAMÁ DE 2012 A 2014.**



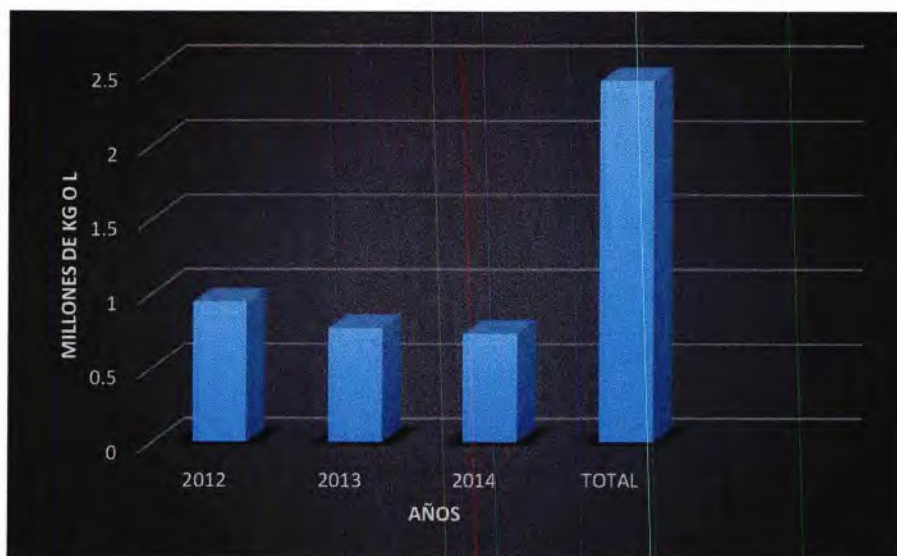
Fuente: MIDA, 2015

**FIGURA 2. PRINCIPALES CLASES DE AGROQUÍMICOS REGISTRADOS EN PANAMÁ**



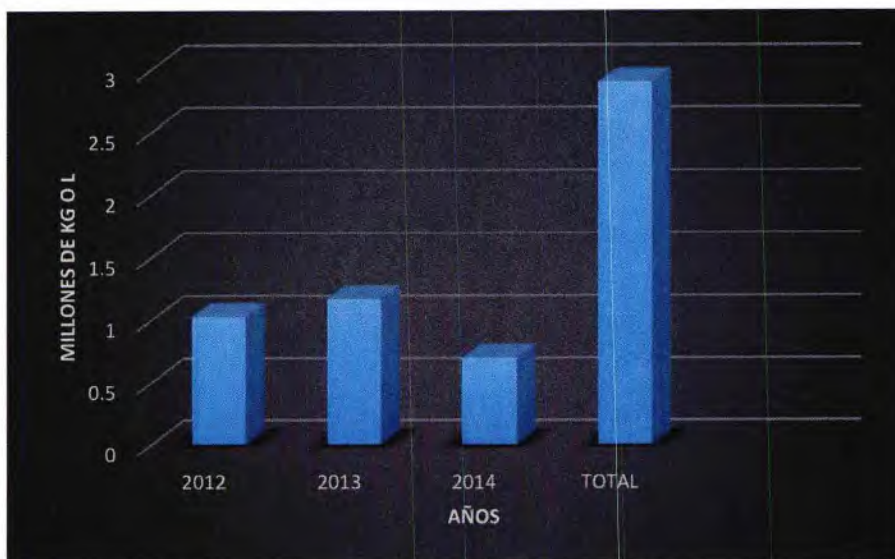
Fuente: MIDA, 2015

**FIGURA 3. IMPORTACIONES DE HERBICIDAS EN PANAMÁ DE 2012-2014.**



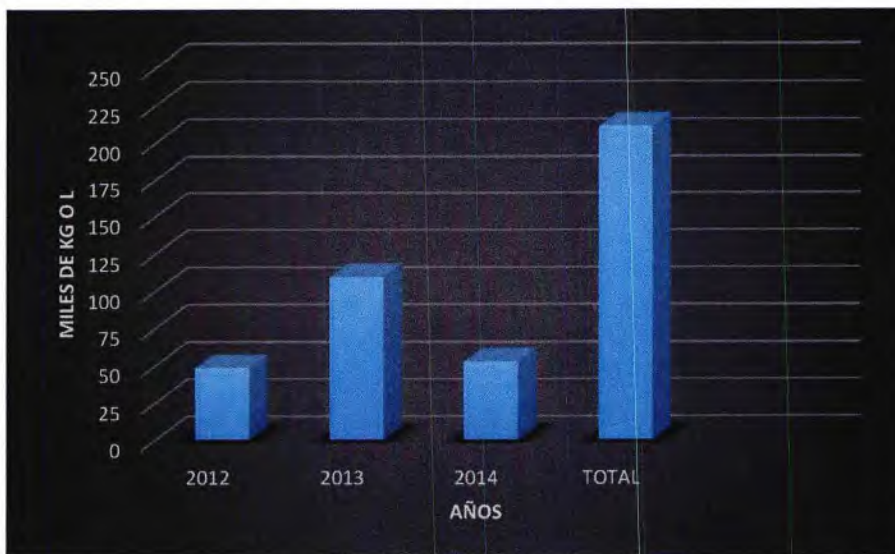
Fuente: MIDA, 2015

**FIGURA 4. IMPORTACIONES DE INSECTICIDAS EN PANAMÁ DE 2012-2014.**



Fuente: MIDA, 2015

**FIGURA 5. IMPORTACIONES DE FUNGICIDAS EN PANAMÁ DE 2012-2014**



Fuente: MIDA, 2015

**FIGURA 6. IMPORTACIONES DE OTROS AGROQUÍMICOS EN PANAMÁ DE 2012-2014.**

## **2.6 Los herbicidas como herramienta integral en los sistemas de producción de maíz.**

La provincia de Los Santos, aporta el 82% de la producción de maíz mecanizado y más del 25% del maíz a chuzo tecnificado del país. De acuerdo con el MIDA, para el ciclo agrícola 2014-2015, en la región fueron cultivadas más 15,470 hectáreas del rubro bajo ambas tecnologías; dando un aporte a la economía de más de 23 millones de dólares y beneficiando a más de 96 mil jornales durante esta zafra.

El distrito de Pedasí aporta más del 25% de la producción maicera de la provincia, en donde más de sesenta productores desarrollan el rubro en aproximadamente 3 mil hectáreas de cultivo (MIDA, 2015).

En el año 2014 los herbicidas representaron más del 75% de los agroquímicos importados (MIDA, 2015). Según las tecnologías señaladas por Gordón (2012); los principales herbicidas recomendados para el control de malezas en el cultivo de maíz son glifosato; 2,4-D amina; atrazina; pendimentalina, nicosulfurón, así como algunas mezclas entre éstos.

A partir de estos datos y los precios de mercado actualizados, se puede realizar un análisis económico de la eficiencia de éstos herbicidas; tomándose en cuenta lo mencionado por Martens (2012), respecto a un porcentaje de efectividad del 60% al objetivo y resto en pérdida al ambiente, como se muestra en el Cuadro 9.

**CUADRO 9. ANÁLISIS ECONÓMICO DE EFECTIVIDAD AL 60% DE DISTINTOS HERBICIDAS UTILIZADOS EN MAÍZ\***

| Producto       | Valor (\$/ha) | Objetivo (\$/ha) | Pérdida (\$/ha) |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|
| Glifosato      | 13.50         | 8.10             | 5.4             |
| 2,4-D          | 18.00         | 10.8             | 7.20            |
| Pendimentalina | 33.07         | 19.85            | 13.25           |
| Atrazina       | 18.15         | 11.10            | 7.25            |
| Nicosulfurón   | 53.26         | 31.95            | 21.31           |

\*Tomando en cuenta solamente el valor de producto comercial y no así los costos de aplicación.

Fuente: Martens (2012).

### **2.6.1 Caso glifosato**

Es un herbicida post-emergente y no selectivo (Nissen *et al.*, 2005). Fue introducido en el mercado en el año 1974, bajo el nombre comercial de Roundup®. Es degradado en el suelo por la acción de bacterias de géneros *Pseudomonas* a través de la ruta C-P liasa, formando el compuesto sarcosina y por grupos de bacterias Gram positivas y negativas, a través de la ruta GOX (Glifosato Oxireductasa) para formar los compuestos glioxilato y aminometilfosfonato (AMPA) (Altieri, 2015).

El mecanismo de acción del glifosato es a través de la inhibición de la enzima 5-enolpiruvilshykimato-3-fosfato sintetasa (EPSPS), bloqueando la síntesis de los aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina y triptófano. En consecuencia, la presencia de glifosato determina supresión de crecimiento y muerte (Villalba, 2009).

A pesar de la intensa investigación, glifosato es el único herbicida que bloquea la síntesis de aminoácidos aromáticos y es el herbicida de postemergencia no selectivo más extensamente usado a nivel mundial (FAO, 2006).

El herbicida glifosato representa 25% del total de los agroquímicos importados en Panamá, con más de 1.4 millones de kilogramo-litros en el año 2014. El glifosato en Panamá es comercializado bajo más de veinte nombres comerciales y las presentaciones mayormente comercializadas son las de 1 litro, 3.5 litros, 19 litros y de 200 litros (MIDA, 2015).

Basado en los datos de superficie sembrada para este ciclo agrícola 2014-2015, la demanda de glifosato del sector maicero de la provincia asciende de 62 mil kilogramos-litros. Se estima que aplicado a una dosis media de cuatro litros de producto comercial y un volumen de agua de 300 litros por hectárea; resulta más de 4, 641,000 litros de agua utilizados para aspersión de éste agroquímico.

#### **2.6.1.1 Interacción de glifosato y el pH.**

El agua está constituida por dos iones hidrógeno y uno de oxígeno ( $H_2O$ ), se disocia en ion hidrógeno ( $H^+$ ) y oxidrilo ( $OH^-$ ), con pesos moleculares de 1 y 17, respectivamente. La cinética química hace que sustancias disueltas en agua sufran impactos de distinta magnitud según el ion que prevalezca en la solución (Leiva, 2010).

En otros términos, Arriospé (2004), señala que este parámetro es muy importante, ya que cada producto es estable dentro de un rango de pH más o menos definido, fuera de ese rango comienza el proceso denominado hidrólisis, o sea, la desintegración del producto con la pérdida de efectividad correspondiente;

especialmente grave en herbicidas formulados en forma de sal, como lo son las formulaciones de glifosato.

De acuerdo con Rodríguez (2005), el pH interacciona de manera negativa con el herbicida glifosato, ya que causa hidrólisis alcalina cuando es alto o hidrólisis ácida en el caso de un pH muy bajo. Este proceso causa la ruptura del ingrediente activo del glifosato en otros componentes los cuales reducen su efectividad.

Cuando el pH se reduce en 1 unidad, la cantidad de oxidrilos es 10 veces menor. Por ejemplo; en un medio que registre el pH de 8 al bajarlo a 4, significa que la cantidad de oxidrilos se reduce 10,000 veces ( $=10 \times 10 \times 10 \times 10$ ). Se interpreta que el medio tiene 10,000 veces menos probabilidad de impactar a la molécula de glifosato, con una masa grande (oxidrilo), y por ende se incrementa la probabilidad de efectividad. La masa molecular del Glifosato es 170 g, o sea, unas 10 veces más grande que el agua; por lo cual, el Glifosato es extremadamente sensible a la reacción del agua (Leiva, 2010).

En el Cuadro 10, se muestra un rango óptimo de pH para el uso de glifosato, así como algunas observaciones en torno a la calidad de agua utilizada.

#### **CUADRO 10. CONSIDERACIONES PARA APLICACIÓN DE GLIFOSATO Y RANGO DE pH ÓPTIMO.**

| Principio Activo | pH  | Observaciones  |
|------------------|-----|--|
| Glifosato        | 4-5 | Afectado negativamente por aguas con altos contenidos de Ca, Mg, Na, Fe. |

Fuente: Alfaro, 2011.

### 2.6.1.2 Interacción de glifosato y dureza

El glifosato como tiene cargas negativas y entra en contacto con el agua dura con calcio, magnesio, hierro o aluminio; los cuales poseen cargas positivas, se unen al glifosato, y por lo tanto el glifosato pierde su condición de poseer la carga negativa, formando un compuesto que ya no es efectivo como herbicida (Leiva, 2010).

La interacción del agua dura con respecto al uso y efectividad del glifosato radica en la reacción que se da entre el agua, el CO<sub>2</sub> y los carbonatos de calcio y magnesio, los cuales producen bicarbonatos y liberan iones de calcio (Ca<sup>+2</sup>), magnesio (Mg<sup>+2</sup>) y hierro (Fe<sup>+2</sup>). Éstos cationes reaccionan con las sales del glifosato para formar sales insolubles las cuales se precipitan removiendo parcial o totalmente el ingrediente activo de la solución y disminuyendo su fitotoxicidad (Alfaro, 2011).

La interacción de la dureza y el glifosato se puede demostrar por medio de la fórmula propuesta por Villaseca (tomado de Leiva, 2010) para cuantificar el proceso de desactivación bajo distintas condiciones de dureza del agua, como se observa en la figura 7.

$$\% \text{ DE INACTIVACIÓN} = \frac{V \times \text{Dureza} \times 0.00047}{\text{Dosis I. A/ha}}$$

Fuente: Villaseca, 1988 (tomado Leiva, 2010).

**FIGURA 7. FÓRMULA PARA ESTIMAR INACTIVACIÓN DE GLIFOSATO POR DUREZA DEL AGUA (%).**

Donde: V: volumen total de aspersión

Dureza: mg/l de CaCO<sub>3</sub> Dosis

I.A: Ingrediente activo kg/ha

En ejemplo, trabajando bajo una dureza total de 400 mg/l CaCO<sub>3</sub>, dosis de 1.5 litros i.a/ha de glifosato (equivalente a 3 l/ha de Round up 48 SL, recomendado para el cultivo de maíz; según Gordón, 2012) y un volumen de agua 300 l/ha; el efecto de la dureza resultaría de la siguiente manera:

$$\% \text{ DE INACTIVACIÓN} = \frac{V \times \text{Dureza} \times 0.00047}{\text{Dosis I. A/ha}}$$

$$\% \text{ DE INACTIVACIÓN} = \frac{300 \text{ l} \times 400 \text{ mg/l} \times 0.00047}{1.5 \text{ l/ha}}$$

$$\% \text{ DE INACTIVACIÓN} = 38.$$

Siguiendo este resultado y considerando las presentaciones disponibles en el mercado influyente en la zona maicera del distrito de Pedasí y precios actualizados, podemos realizar un análisis económico de la eficiencia, de acuerdo a la presentación del producto, como se observa en el Cuadro 11.

**CUADRO 11. ANÁLISIS ECONÓMICO DE EFICIENCIA DE GLIFOSATO SEGÚN PRESENTACIÓN DE PRODUCTO COMERCIAL.**

| Presentación<br>producto comercial<br>(litros) | Costo (\$) | Activo (62%) | Inactivo (38%) |
|--|------------|--------------|----------------|
| 1  | 4.50       | 2.80         | 1.70           |
| 3.5  | 14.75      | 9.15         | 5.60           |
| 19   | 82.50      | 52.15        | 31.35          |
| 200  | 750.00     | 465.00       | 285.00         |

El resultado de este análisis demuestra en términos económicos la eficiencia que presenta el producto del total de la inversión por presentación; así como la pérdida que presenta en la inversión, por el producto que no cumple con el objetivo. Siendo considerable los porcentajes de glifosato que no cumple con su función, lo cual significa pérdida en el sistema de producción.

Basado en el anterior análisis se parte hacia otro razonamiento en el cual se establecen porcentajes de desactivación del herbicida glifosato de acuerdo a la clasificación del agua según los contenidos de carbonato de calcio y distintos volúmenes utilizados comúnmente para aspersiones en el cultivo de maíz, tomando en cuenta una dosis de 1.5 l/ha de ingrediente activo; como se muestra en el Cuadro 12.

**CUADRO 12. DESACTIVACIÓN DE GLIFOSATO EN DISTINTOS TIPOS DE DUREZA Y VOLUMENES DE AGUA (%).**

| Clasificación<br>del agua | Dureza<br>(mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | Volumen de agua (l/ha) |      |      |
|---------------------------|-------------------------------------|------------------------|------|------|
|                           |                                     | 200                    | 300  | 400  |
| Blanda                    | 50                                  | 3.1                    | 4.7  | 6.2  |
| Semiblanda                | 100                                 | 6.2                    | 9.4  | 12.5 |
| Semidura                  | 200                                 | 12.5                   | 18.8 | 25.0 |
| Dura                      | 300                                 | 18.8                   | 28.2 | 37.6 |
| Muy dura                  | 400                                 | 25.0                   | 37.6 | 50.1 |
|                           | 500                                 | 31.3                   | 47.0 | 62.6 |

Como se observa, un agua cuya clasificación sea blanda y dureza de 50 mg/l de  $\text{CaCO}_3$ , aplicada a un volumen de 200 l/ha, inactivará 3.1% de glifosato. En cambio, trabajando con un agua dura, cuya dureza sea 300 mg/l de  $\text{CaCO}_3$  y bajo el mismo volumen de agua por hectárea, el resultado de inactivación del herbicida sería 18.8%.

Por otra parte, trabajando con volúmenes de agua aproximados a 400 l/ha, aguas blandas con contenidos de 50 mg/l de  $\text{CaCO}_3$ , el resultado de inactivación de glifosato sería 6.2%. En cambio, bajo contenidos de 400 mg/l de  $\text{CaCO}_3$  (Agua muy dura), el porcentaje de inactivación del herbicida será mayor de 50%.

Los valores aceptables de inactivación que el productor puede tolerar están comprendidos entre 7 a 10%; lo cual es compatible con el caudal de las boquillas del equipo de aspersión y su debida calibración. Se debe considerar que, a mayor volumen de agua, mayor inactivación de glifosato (Leiva, 2010).

### **2.7 Los coadyuvantes o aditivos como alternativas en el manejo de la calidad de agua.**

En Panamá, actualmente existen más de doscientos ingredientes activos registrados como aditivos o coadyuvantes, para acondicionamiento de las aguas de aspersión de agroquímicos (MIDA, 2015).

Según Masiá (2014), los coadyuvantes se definen como “sustancias que se adicionan al formulado o, posteriormente al tanque de la pulverizadora con el objetivo de mejorar la actividad de los agroquímicos o de facilitar su aplicación a través de la modificación de las características del spray o de la solución”.

En general, los coadyuvantes son productos que se adicionan a los tanques de aplicación con el objetivo de mejorar la actividad de los agroquímicos o facilitar la aplicación a través de la modificación de las características de la solución o el spray (Arriospe, 2004).

De acuerdo con Alfaro (2011), Los coadyuvantes, buscan incrementar la actividad del agua en su acción como solvente y la de los ingredientes activos de los agroquímicos a través de sus propiedades adherente, dispersante, humectante, emulsificante y penetrante, permitiendo así, mejorar sustancialmente la actividad y efectividad de un herbicida desde la fase de preparación de la mezcla hasta su penetración y acción en la planta.

La selección de un coadyuvante o aditivo debe considerar íntegramente las recomendaciones, sugerencias e informaciones de la etiqueta del agroquímicos, en la que el fabricante especifica si para la aplicación del producto se requiere, aconseja o prohíbe el uso de uno o más tipos de coadyuvantes (Martens, 2012).

Es importante considerar que previo a la selección de un coadyuvante, hay que analizar las limitantes que pueden afectar una aplicación específica. En otras palabras conocer el tipo de agua que se va a usar, si habrá dificultades para un buen mojado, si el volumen de agua a usar es limitante, o si existen problemas de evaporación, viento, incompatibilidad de mezcla de productos o si la formulación del agroquímico que vamos a usar presenta alguna deficiencia que sea necesario corregir (Arriospe, 2004).

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Procedimientos, materiales y métodos**

##### **3.1.1 Metodología de diagnóstico agrícola.**

El diagnóstico agrícola consideró recabar datos generales del productor encuestado, de los cuales se destacan el área cultivada de maíz. Se recopilaron datos concernientes a los principales tipos de malezas que el productor detecta en sus campos de cultivo; algunas tecnologías empleadas por el productor, como material de semilla, fertilizantes y dosis de fertilizantes. Además, el diagnóstico incluyó determinar los principales herbicidas que son utilizados en el rubro en etapas preemergente y posemurgente, así como sus respectivas dosis.

El diagnóstico, buscó principalmente, recabar información acerca de la calidad de agua y su relación con la aspersión de agroquímicos utilizados en el cultivo de maíz en la zona; encuestando referente a la opción afirmativa o negativa del productor de haber realizado análisis de agua para aspersión de agroquímicos en su finca.

Se incluyó encuestar al productor si alguna institución de sector agropecuario u organización no gubernamental le ha brindado asistencia técnica sobre calidad de agua para aspersión de agroquímicos. Además, se encuestaron a los productores acerca de estar interesado en realizar análisis de del agua para aspersión de agroquímicos de su fuente de agua.

##### **3.1.2 Metodología de muestreo**

Dado que la calidad de agua para aspersiones agrícolas no posee un protocolo para toma de muestras, el personal técnico deberá realizar los muestreos según la Norma Técnica DGNTI-COPANIT 21-393-99. AGUA. Calidad de Agua-Toma de Muestra. Acogiendo la definición de muestras simples, los materiales, aparatos establecidos y

otros procedimientos que el mismo formaliza (anexo 5); para definir protocolo de muestreo de fuentes de agua para aspersión de agroquímicos.

La toma de muestra de agua deberá ser realizada en envases plásticos que hayan contenido agua mineral para evitar contaminarla y deberán ser llevadas al laboratorio de suelos del Centro Regional Universitario de Los Santos de manera inmediata.

### **3.1.3 Metodología de determinación de la calidad del agua.**

El pH deberá determinarse en el sitio del muestreo, por medio del método colorimétrico o papel indicador y por método electrométrico en laboratorio; con la finalidad de cotejar posibles variabilidades.

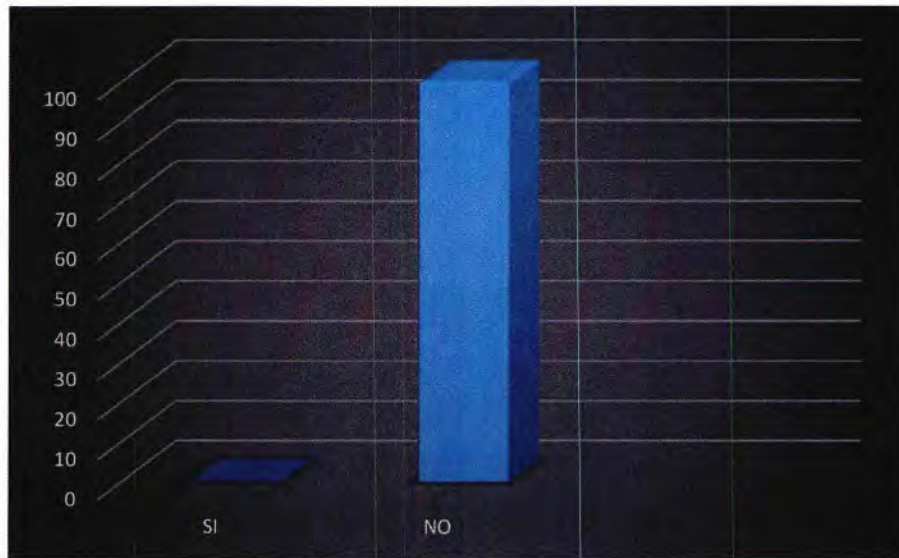
La dureza deberá ser determinada genéricamente, a partir de las concentraciones de los iones calcio ( $\text{Ca}^+$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^+$ ) que arroje el resultado del análisis, como sólidos totales (ST), el cual será expresado en concentraciones de mg/l de  $\text{CaCO}_3$ .

## **3.2 Resultados esperados**

### **3.2.1 Resultados del diagnóstico agrícola**

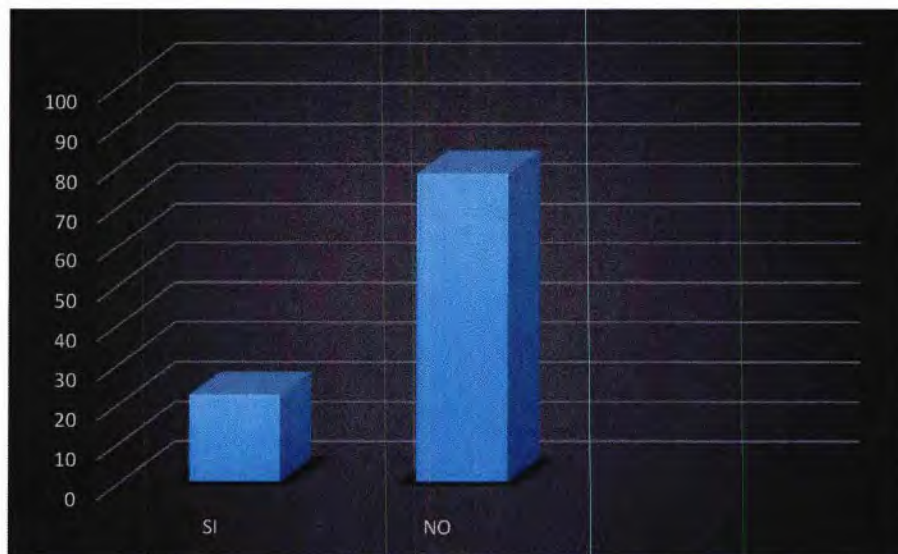
Los resultados del diagnóstico agrícola aplicado a productores, demuestra que desconocen sobre la importancia de la calidad de agua para aspersiones de agroquímicos y su influencia sobre los ingredientes activos de agroquímicos que se utilizan en éstos sistemas de producción.

Al recabar información acerca de la calidad de agua y su relación con la aspersión de agroquímicos utilizados en el cultivo de maíz en la zona de Pedasí; los resultados indicaron, que 100% de los productores no realizan análisis de agua, como se puede observar en la Figura 8.



Fuente: MIDA, 2015

**FIGURA 8. ¿HA REALIZADO ANÁLISIS DE AGUA PARA ASPERSIÓN DE AGROQUÍMICOS EN SU FINCA?**



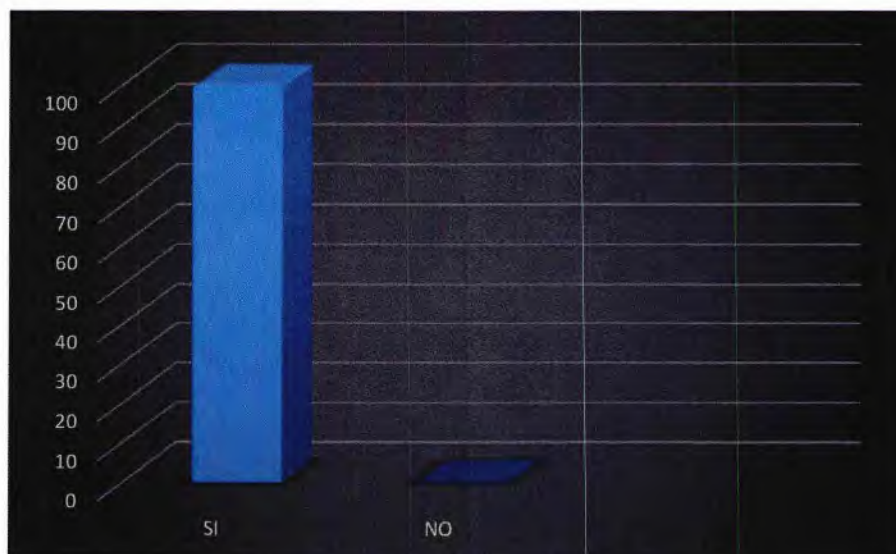
Fuente: MIDA, 2015

**FIGURA 9. ¿ALGUNA INSTITUCIÓN DEL SECTOR AGROPECUARIO U ONG LE HA BRINDADO ASISTENCIA TÉCNICA SOBRE CALIDAD DE AGUA PARA ASPERSIÓN DE AGROQUÍMICOS?**

Ante el cuestionamiento referente a si alguna institución de sector agropecuario u organización no gubernamental le ha brindado asistencia técnica sobre calidad de

agua para aspersión de agroquímicos, 22% de los encuestados respondió que sí han sido asesorados sobre el tema y el 78% de la muestra respondió negativamente, como se puede observar en la Figura 9.

Al encuestar al productor acerca de estar interesado en realizar análisis de del agua para aspersión de agroquímicos de su fuente de agua, 100% de los encuestados respondió estar interesado, como se puede observar en la Figura 10. Ante este cuestionamiento se destaca algunas observaciones realizadas por los productores, los cuales coinciden en que es importante que esta información se analice y lo positivo sea elevado a nivel de estado para el mejoramiento del sector agropecuario.



Fuente: MIDA, 2015

**FIGURA 10. ¿ESTARÍA INTERESADO EN REALIZAR ANÁLISIS DEL AGUA PARA ASPERSIÓN DE AGROQUÍMICOS DE SU FINCA?**

### 3.2.2 Manejo de la calidad del agua.

El pH se recomendará manejarse de acuerdo con los resultados específicos del análisis químico del agua, se deberá indicar al productor el manejo de la variable

realizando la adecuación del mismo al rango de 4-6, establecidos en el Cuadro 2 del presente trabajo y el cual se presenta como el rango óptimo para la mayoría de los agroquímicos usados en el cultivo de maíz. La recomendación para la adecuación se realizará a través del uso de reguladores de pH a base de alcohol etoxilado, citratos reguladores de pH, u otros, disponibles en el mercado local.

Para el manejo de la dureza se deberá recomendar al productor el uso de correctores de dureza a partir de la concentración de 150 mg/l de  $\text{CaCO}_3$ , establecido en el cuadro 4 y volúmenes de agua para aspersión de hasta 400 litros por hectárea. Se deberá fortalecer la estrategia mediante el uso de coadyuvantes o aditivos compuestos a base de sulfato de amonio  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  u otros compuestos disponibles en el mercado local.

Se destaca que el sulfato de amonio es efectivo para control de malezas difíciles aún para aguas de baja dureza, tanto por el efecto acidificante del sulfato residual, como por la presencia del amonio, que acelera la absorción (Leiva, 2010).

Estas alternativas que existen en el mercado son de relativo bajo costo para el manejo o adecuación de las aguas para aspersión, sin embargo, cabe destacar que la selección de un coadyuvante o aditivo deber ser basado en el análisis químico del agua de aspersión.

### **3.2.3 Resultados del informe técnico.**

Una vez obtenido el resultado del análisis de laboratorio, se deberá confeccionar un informe final de la actividad de muestreo realizada. El mismo deberá contener su debido encabezado con las generalidades de la entidad ejecutora, datos del productor, ubicación del sitio por medio de las coordenadas detectadas con un GPS, el tipo de fuente donde se toma la muestra (río, lago, pozo).

El informe deberá contener los datos de los técnicos responsables, como número de licencia de idoneidad. Además, debe mantenerse un archivo del informe realizado, que permita mantener información para futuras investigaciones relacionadas con el tema.

#### **3.2.4 Implementación del proyecto**

La implementación de la propuesta se deberá vincular a diferentes entidades estatales, privada u ONG involucradas en el sector agrícola, que aporten financiamiento. Transferir la tecnología del proyecto a través de panfletos, charlas y capacitaciones de campo para despertar interés respecto al tema de uso de agua de calidad en las aspersiones agrícolas, así como su uso adecuado y conservación.

Organizar las actividades (ver Anexo 1), durante los dos primeros meses del desarrollo del proyecto, considerando que las mismas pueden ser integradas en días de campo que se llevan a cabo en la región por las entidades MIDA, IDIAP, BDA y/o empresas privadas, al acercarse la zafra maicera, ya que es donde el productor da inicio a sus programaciones para las labores del cultivo y es donde se detecta que el tema del proyecto generará mayor interés.

Evaluar y elegir los sitios específicos se realizará en el tercer mes, considerando de manera general sitios potenciales de producción del distrito de Pedasí, específicamente en las localidades de Purio, Mariabé, Pedasí, Los Destiladeros, Punta Mala, Mateo, Los Asientos, entre otros, que el equipo técnico considere con potencial para el muestreo.

Montar el programa de muestreos de la calidad de agua y análisis de muestras por cuatro meses. Finalmente, las actividades de análisis de resultados y preparación de informe técnico, serán realizadas entre el quinto, sexto y séptimo mes, para entrega del informe final al productor.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfaro, P. (2011). El uso de coadyuvantes y acidificantes en el manejo de agroquímicos en la caña de azúcar en costa rica. LAICA. Recuperado de: <https://www.google.com/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=EL+USO+DE+COADYUVANTES+Y+ACIDIFICANTES+EN+EL+MANEJO+DE+AGROQU%C3%8DMICOS+EN+LA+CA%C3%91A+DE+AZUCAR+EN+COSTA+RICA>

Altieri, E. (2015). Control de malezas y resistencia a herbicidas. Departamento de Fisiología, Biología Molecular y Celular Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires. Recuperado de: [http://www.fbmc.fcen.uba.ar/materias/agbt/teoricos/2011\\_%208%20Tolerancia%20a%20herbicidas.pdf](http://www.fbmc.fcen.uba.ar/materias/agbt/teoricos/2011_%208%20Tolerancia%20a%20herbicidas.pdf)

Arriospe, G. (2004). Criterios para el uso de aditivos y coadyuvantes. (Informe Técnico, Calister S.A. p1-12. Recuperado de: [http://www.calister.com.uy/wp-content/files\\_mf/1311182916Criterios\\_para\\_el\\_uso\\_de\\_Aditivos\\_y\\_Coadyuvantes.pdf](http://www.calister.com.uy/wp-content/files_mf/1311182916Criterios_para_el_uso_de_Aditivos_y_Coadyuvantes.pdf)

Asociación Mundial para el Agua, Centroamérica. (2010). Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: hacia una gestión integrada. Ed. Virgina Reyes G.-3ª. Ed. San José, Costa Rica. ISBN 9968-934-01-1. Recuperado de: [http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM\\_Files/SituaciondelosRecursosHidricos.pdf](http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/SituaciondelosRecursosHidricos.pdf)

Autoridad Nacional del Ambiente ANAM. (2011). Plan Nacional de Gestión Integrada de recursos hídricos de la República de Panamá 2010-2030. Recuperado de: <http://www.cich.org/publicaciones/pnh2010-2030.pdf>

Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA), (2011) Base de datos. Recuperado de: [http://www.hidromet.com.pa/regimen\\_hidrologico.php](http://www.hidromet.com.pa/regimen_hidrologico.php).

Fogel, N. (2012). Selectividad de insecticidas utilizados en cultivos hortícolas del Cinturón Hortícola Platense sobre el depredador *Eriopis connexa* en el marco del Manejo Integrado de Plagas. (Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires Argentina) Recuperado de: [www.sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18096/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://www.sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18096/Documento_completo.pdf?sequence=1)

Gordón, R. (2012). Manejo Integral del Cultivo del Maíz. Folleto Técnico. IDIAP. Panamá, 2009. 20p. ilustraciones.

Isern, M. (2002). La química de los pesticidas y su metodología analítica. Recuperado de: <http://auth.ucel.edu.ar/upload/LIBROS/ISERN,%20S.%20Quimica%20de%20los%20pesticidas%20y%20su%20metodologia%20analitica.pdf>

Leiva, P. (2010). Consideraciones generales sobre calidad de agua para pulverización agrícola. Grupo Protección Vegetal - INTA, Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Pergamino (BA). 6 p: il. Recuperado de: [http://www.sindag.org.br/App\\_Uploads/trabalhos\\_tecnicos/32\\_documents\\_trabalhos\\_tecnicos.pdf](http://www.sindag.org.br/App_Uploads/trabalhos_tecnicos/32_documents_trabalhos_tecnicos.pdf)

Martens, F. (2012). Guía para el uso de Plaguicidas y la Correcta Disposición de sus Envases. (Boletín de Divulgación N°41 ISSN 0328-3380). Recuperado de: [http://inta.gob.ar/documentos/guia-para-el-uso-adecuado-de-plaguicidas-y-la-correcta-disposicion-de-sus-envases/at\\_multi\\_download/file/INTA-%20Guia%20para%20uso%20de%20plaguicidas%20\(web\).pdf](http://inta.gob.ar/documentos/guia-para-el-uso-adecuado-de-plaguicidas-y-la-correcta-disposicion-de-sus-envases/at_multi_download/file/INTA-%20Guia%20para%20uso%20de%20plaguicidas%20(web).pdf)

Masiá, G. (2014). Aguas, mezclas y coadyuvantes. Instituto de Ingeniería Rural, CIA, INTA. Recuperado de: [http://inta.gob.ar/documentos/hase-2014-3o-simposio-internacional-de-tecnologias-de-aplicacion-de-fitosanitarios/at\\_multi\\_download/file/INTA-%20HASE%202014-%20AGUAS,%20MEZCLAS,%20COADYUVANTES.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/hase-2014-3o-simposio-internacional-de-tecnologias-de-aplicacion-de-fitosanitarios/at_multi_download/file/INTA-%20HASE%202014-%20AGUAS,%20MEZCLAS,%20COADYUVANTES.pdf)

Ministerio de Desarrollo Agropecuario M.I.D.A. (2015). Base de datos: Cantidad de Insumos Fitosanitarios Registrados por Clase, 2012-2014. Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (DNSV)-Departamento de Agroquímicos.

Mondragón, J. (2002). Los Insecticidas: Lectura Avanzada. 28p. Recuperado de: [http://www.csrsericios.es/LABORATORIO/DESCARGAS/LOS\\_INSECTICIDAS\\_LECTURA\\_AVANZADA.pdf](http://www.csrsericios.es/LABORATORIO/DESCARGAS/LOS_INSECTICIDAS_LECTURA_AVANZADA.pdf)

Nissen, S.; Namuth, D. y Hernández, I. (2005). Introducción a los Inhibidores de la Síntesis de Aminoácidos Aromáticos. Library of Crop Technology Lessons. University of Nebraska, Lincoln. Recuperado de: [http://plantandsoil.unl.edu/croptechnology2005/weed\\_science/?what=topicsD&topicOrder=1&informationModuleId=1008088419](http://plantandsoil.unl.edu/croptechnology2005/weed_science/?what=topicsD&topicOrder=1&informationModuleId=1008088419)

Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura; FAO. (2001). Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza: Cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante. Hall, 92-5-104627-1. Recuperado de: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/y1860s/y1860s.pdf>

Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura; FAO. (2002). Agua y Cultivos: Logrando El Uso Óptimo del Agua en La Agricultura. Recuperado de: [https://www.google.com/search?q=agua+y+cultivos+fao+2002&oq=agua+y+cultivos+fao+2002&aqs=chrome..69i57.2921j0j7&sourceid=chrome&es\\_sm=122&ie=utf-8](https://www.google.com/search?q=agua+y+cultivos+fao+2002&oq=agua+y+cultivos+fao+2002&aqs=chrome..69i57.2921j0j7&sourceid=chrome&es_sm=122&ie=utf-8)

Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura; FAO. (2006). Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma, 1996. En línea. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s00.htm#Contents>

Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura; FAO. (2016). AQUASTAT. En línea. Recuperado de: [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries\\_regions/pan/indexesp.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/pan/indexesp.stm)

Pérez, J. (2011). Manual para Determinar la Calidad de Agua para Riego Agrícola. (Trabajo de Experiencia Recepcional, Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas). Recuperado de: [www.ital.uv.mx/bitstream/123456789/31418/1/josemanuelperezleon.pdf](http://www.ital.uv.mx/bitstream/123456789/31418/1/josemanuelperezleon.pdf)

Rodríguez, N. (2005). Estrategias de intervención de tecnología en la aplicación de herbicidas. En Covas, G. (Ed.). Química del Agua (p 87-124). Buenos Aires: INTA EEA Anguil. Recuperado de: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/06/ESTRATEGIAS-DE-INTERVENCION-DE-HERBICIDAS-EN-LA-APLICACION-DE-TECNOLOGIA.pdf>

Rodríguez, S. (2010). La dureza del agua, Seminario: Agua-Especialización y Maestría en Ingeniería Ambiental. EdUTecNe. Recuperado de: [http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza\\_agua.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf)

Villalba, A. 2009. Resistencia a herbicidas. Glifosato. En línea. Recuperado de: <http://www.scielo.org.ar/pdf/cdyt/n39/n39a10.pdf>

## 5. ANEXOS

### ANEXO 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| ACTIVIDAD                   | MESES |     |      |     |    |     |      |
|-----------------------------|-------|-----|------|-----|----|-----|------|
|                             | I.    | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. |
| Programación de seminarios  | X     |     |      |     |    |     |      |
| Presentación seminario I    |       | X   |      |     |    |     |      |
| Presentación seminario II   |       | X   |      |     |    |     |      |
| Presentación seminario III  |       |     | X    |     |    |     |      |
| Eval. y elección de sitios  |       |     | X    |     |    |     |      |
| Toma y análisis de muestras |       |     |      | X   |    |     |      |
| Análisis de resultados      |       |     |      |     | X  |     |      |
| Preparación de informes     |       |     |      |     |    | X   |      |
| Presentación de informes    |       |     |      |     |    |     | X    |

## ANEXO 2. PRESUPUESTO PARA REALIZACIÓN DE PROYECTO

| DESCRIPCION   | CANT. | EXT. | P.U.<br>(\$)            | TOTAL<br>(\$)   |
|---|-------|------|-------------------------|-----------------|
| <b>A. MATERIALES</b>  |       |      |                         |                 |
| Computadora portátil (Toshiba Satellite C845)                                 | 1     | 1    | 750.00                  | 750.00          |
| Cámara fotográfica  | 1     | 1    | 200.00                  | 200.00          |
| GPS (M GARMÍN)  | 1     | 1    | 500.00                  | 500.00          |
| Útiles para confección de borradores de proyecto, tabulación de datos, otros. |       | 1    | 100.00                  | 100.00          |
| Botas de caucho (pares)   | 3     | 3    | 15.00                   | 45.00           |
| Envases plásticos (1 litro)   | 15    | 15   | 1.00                    | 15.00           |
| Machete   | 2     | 2    | 3.00                    | 6.00            |
|   |       |      | <b>Sub-total</b>        | <b>1,566.00</b> |
| <b>B. VIÁTICOS Y TRANSPORTE</b>   |       |      |                         |                 |
| Transporte de tres técnicos a toma de muestras                                | 3     | 10   | 20.00                   | 600.00          |
| Viático de tres técnicos a toma de muestras                                   | 3     | 10   | 20.00                   | 600.00          |
|   |       |      | <b>Sub- total</b>       | <b>1,200.00</b> |
| <b>C. OTROS GASTOS</b>  |       |      |                         |                 |
| Análisis de agua UP-CRULS   | 10    | 10   | 25.00                   | 250.00          |
| Organización de seminarios  | 3     | 3    | 500.00                  | 1,500.00        |
|   |       |      | <b>Sub-total</b>        | <b>1,750.00</b> |
|   |       |      | <b>Sub-total</b>        | <b>4,516.00</b> |
|   |       |      | <b>Imprevisto (10%)</b> | <b>451.60</b>   |
|   |       |      | <b>TOTAL</b>            | <b>5,017.60</b> |

**ANEXO 3. FORMATO DE ENCUESTA A PRODUCTORES.**



**CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE LOS SANTOS**  
**PROYECTO DE INTERVENCIÓN CE-PI-327-05-254-04-03-13**  
**DIAGNÓSTICO AGRÍCOLA**  
**ZONA MAICERA PEDASÍ, PROV. LOS SANTOS**

Encuestador: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Distrito \_\_\_\_\_ Corregimiento \_\_\_\_\_  
Localidad \_\_\_\_\_  
Informante:  Productor  Otro (especifique) \_\_\_\_\_

**A: GENERALIDADES DEL PRODUCTOR**

1. Nombre del productor \_\_\_\_\_
2. Edad \_\_\_\_\_
3. Años de experiencia cultivando maíz \_\_\_\_\_
4. Área (ha ó m<sup>2</sup>) sembrada de maíz \_\_\_\_\_
5. Pertenece a alguna asociación de productores:  
 Si: \_\_\_\_\_  No

**B. PRINCIPALES MALEZAS PRESENTES EN LAS PARCELAS.**

6. Cuáles son las malezas que más le afectan el cultivo de maíz (solo marcar las que mencione el productor):  
 Sorguillo  Batatilla  Pimentilla  Manisuris  Bledo   
Cervulaca  
 Otras \_\_\_\_\_

**C. MANEJO DEL CULTIVO DE MAIZ.**

7. Material de semilla utilizadas: \_\_\_\_\_
8. Trata la semilla con insecticida:  
 Si \_\_\_\_\_  No
9. Se ha realizado análisis de suelo en la parcela de maíz:  Si  No
10. Fórmula de fertilizante que usa:  
 12-24-12  15-30-8-6.  17-6-14-13  6-30-6-8  13-26-6-7  
 Otro \_\_\_\_\_

11. Dosis o cantidad de Abono base utilizado (qq/ha): \_\_\_\_\_
12. Dosis o cantidad de Urea utilizada (qq/ha): \_\_\_\_\_
13. Herbicidas que utiliza en preemergencia:  
 Glifosato     Atrazina     Pendimentalina + Atrazina     Otro \_\_\_\_\_
- Dosis (litros de p.c/ha): \_\_\_\_\_
14. Herbicidas que utiliza en postemergencia:  
 2,4-D Amina     Nicosulfurón     Atrazina     Otro \_\_\_\_\_
- Dosis (litros de p.c/ha): \_\_\_\_\_
15. Utiliza acondicionadores de agua para corrección de pH o dureza?  
 Si \_\_\_\_\_  No
16. Volumen de agua que utiliza para la aplicación de agroquímicos (l/ha): \_\_\_\_\_

#### D. PRINCIPALES ASPECTOS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA

17. ¿Ha realizado análisis del agua para aspersión de agroquímicos en su finca?:  
 Si \_\_\_\_\_  No
18. ¿Alguna institución del sector Agropecuario u Organización No Gubernamental le ha brindado asistencia técnica sobre calidad de agua para aspersión de agroquímicos?:  
 Sí \_\_\_\_\_  No
19. ¿Estaría interesado en realizar análisis del agua para aspersión de agroquímicos de su finca?  
 Sí \_\_\_\_\_  No
20. ¿Qué otros problemas afectan su producción de maíz?  
 Clima (lluvias excesivas y/o sequía)  
 Costosos de insumos  
 Costos de mano de obra  
 Escaso financiamiento  
 Otros \_\_\_\_\_
21. Otros cultivos de su interés:  
a.) \_\_\_\_\_  
b.) \_\_\_\_\_  
c.) \_\_\_\_\_

E. COMENTARIOS \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ANEXO 4. FORMATO DE INFORME TÉCNICO**

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**

**CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE LOS SANTOS**

**PROYECTO DE MUESTREO PARA DETERMINACIÓN DE INFLUENCIA DE LA CALIDAD DE AGUA SOBRE LOS MECANISMOS DE ACCIÓN DE LOS PRINCIPALES AGROQUÍMICOS EMPLEADOS COMO HERRAMIENTA INTEGRAL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LA PROVINCIA DE LOS SANTOS.**

**INFORME DE RESULTADOS**

Productor:

Fecha:

Coordenadas de ubicación:

Rubro:

Localidad:

Tipo de fuente:

| Parámetro | Interpretación |
|-----------|----------------|
| pH:       |                |
| Dureza:   |                |

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Realizado por: Ing. Juan M. Visueti

I.D: 6,546-10

**ANEXO 5. NORMA COPANIT DGNTI-COPANIT 21-393-99. AGUA. CALIDAD  
DE AGUA-TOMA DE MUESTRA.**

N° 23,941

Gaceta Oficial, lunes 6 de diciembre de 1999 1

**MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS  
COMISIÓN PANAMEÑA DE NORMAS INDUSTRIALES Y TÉCNICAS**

---

**REGLAMENTO TECNICO**

**DGNTI-COPANIT  
21- 393-99**

---

**AGUA.  
CALIDAD DE AGUA.  
Toma de Muestra**

---

**Dirección General de Normas y Tecnología Industrial (DGNTI)  
Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas (COPANIT)  
Apdo.9658 Zona - 4 - Panamá República de Panamá -**

## INFORME

El Comité Técnico es el encargado de realizar el estudio y revisión de las normas y está integrado por representantes del sector Público y Privado.

El Reglamento Técnico en su etapa de proyecto, fue sometido a un periodo de encuesta pública de sesenta (60) días durante el cual los sectores interesados emitieron sus observaciones y recomendaciones.

El Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-393-99 ha sido ratificado por el Ministerio de Comercio e Industrias mediante Resuelto N° \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 1999; y Publicada en Gaceta Oficial N° \_\_\_\_\_ del día de \_\_\_\_\_ de 1999.

### Miembros Participantes:

|                        |   |
|------------------------|---|
| José A. Cuevas         | Fondo de Emergencia Social (FES)                        |
| José Villarreal        | Universidad de Panamá                                   |
| Dalis M. De Guillén    | ETESA   |
| Carmelo Bayard         | Universidad de Panamá                                   |
| Silvano Vergara        | ARI   |
| Dionora E. Viquez      | Ministerio de Salud                                     |
| Guillermo Campos Pinto | Ministerio de Salud                                     |
| Fernando Valencia      | ANAM  |
| Atala Milord           | MINSA   |
| Mayra E. Botacio       | MINSA   |
| Catalina de Guerra     | IDAAN   |
| Marizenia Solis C.     | Ministerio de Comercio – DGNTI                          |
| Vasco Duke             | I.E.A. Universidad de Panamá                            |
| Bridget de Warren      | Comisión del Canal. Planta Potabilizadora de Miraflores |
| José Alvarado          | USMA  |
| Humberto Sánchez       | Comisión del Canal. Planta Potabilizadora de Miraflores |
| Jaime Espinosa         | IDIAP/ MIDA   |
| Reinaldo Morales       | Acuicultura/ MIDA                                       |
| Casilda Saavedra       | Universidad Tecnológica de Panamá                       |

### Coordinador

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Ing. Marizenia Solis C. | DGNTI. Ministerio de Comercio e Industrias |
|-------------------------|--|

**REPUBLICA DE PANAMA  
MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS**

**DESPACHO SUPERIOR**

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL**

**MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS  
DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL  
RESOLUCION N° 596  
(De 12 de noviembre de 1999)**

**El Ministerio de Comercio e Industrias  
En Uso de sus Facultades Legales**

**CONSIDERANDO:**

1. Que de acuerdo a lo establecido en el numeral 4 del Artículo 92, de la Ley 23 de 15 de julio de 1997, los Comités Sectoriales de Normalización tienen por función la preparación de la Norma de un Sector, dentro de los lineamientos internacionales establecidos para esta actividad con la posibilidad de ser adoptadas y publicadas como Normas Técnicas Panameñas.
  2. Que mediante Nota 5066-DMS-DGS-SDGSA-DA del 14 de noviembre de 1998, la Dra. AIDA L. MORENO DE RIVERA, Ministra de Salud, solicitó la revisión del Reglamento Técnico. AGUA. CALIDAD DE AGUA. TOMA DE MUESTRA.
  3. Que de conformidad a lo anterior, se estableció el Comité AGUA, a fin de elaborar el Reglamento Técnico Agua. Calidad de Agua. Toma de Muestra.
  4. Que el Reglamento Técnico N°21-393-99 fue sometido a un período de encuesta pública, el día 14 de enero de 1999.
-

5. Que de acuerdo al artículo 95 Título II de la precipitada Ley la Dirección General de Normas y Tecnología Industrial del Ministerio de Comercio e Industrias velará por que los Reglamentos Técnicos sean establecidos en base a objetivos legítimos, tales como la seguridad nacional, la prevención que puedan inducir a error, la protección de la salud o seguridad humana, de la vida o salud vegetal, o del medio ambiente.
  6. Que la presente resolución se fundamenta en los siguientes argumentos:
    - Que estos Reglamentos serán aplicados a los Sistemas de Tratamiento de Agua Completo.
    - Que es función del estado velar por la Salud de la población y del ambiente;
    - Que conforme al Código Sanitario vigente, en su artículo 3, del Libro I en su Título preliminar establece que las disposiciones de este Código se aplicarán de preferencia a toda otra disposición legal en materia de Salud Pública y obligan a las personas naturales y jurídicas y entidades u otras que en un futuro existan, transitoria o permanentemente, en el territorio de la República de Panamá.
    - Que de acuerdo al numeral 4 del artículo 85, Capítulo II del Título IV, del citado Código establece como atribución de la Dirección General de Salud Pública, el reglamentar las instalaciones y el funcionamiento de farmacias, droguerías, laboratorios químico-farmacéuticos, terapéuticos, biológicos, drogas, cosméticos y otros similares, sean de elaboración privada u oficial.
    - Que de conformidad con el numeral 12 del artículo 85, anteriormente citado, se establece como atribución y deber dentro del ámbito nacional que corresponde a la Dirección General de Salud Pública, el resolver toda situación no prevista en el Código, cuando tenga relación directa con la Salud Pública.
-

**RESUELVE:**

**PRIMERO:** Aprobar el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-393-99. AGUA. Calidad de Agua. Toma de Muestra, de acuerdo al tenor siguiente.

---

**AGUA. CALIDAD DE AGUA.  
TOMA DE MUESTRA**

**REGLAMENTO TECNICO  
DGNTI-COPANIT  
21-393-99**

**1. OBJETO**

Este reglamento técnico tiene el objeto de establecer la metodología de la obtención de una muestra representativa de agua para determinar a partir de ella sus características físicas, químicas y radiológicas.

**2. CAMPO DE APLICACION**

Este método de toma de muestras se aplicará a todos los sitios de muestreo de aguas, cualquiera que sea su procedencia, ya sean de manantiales, pozos, ríos, lagos, redes de distribución de aguas, depósitos, y otros.

**3. DEFINICIONES**

- 3.1 **Muestras simples:** Son aquellas tomadas en un tiempo y lugar determinado para su análisis individual.
  - 3.2 **Muestras compuestas:** Son las obtenidas por mezcla y homogeneización de muestras simples recogidas en el mismo punto y en diferentes tiempos.
  - 3.3 **Muestras integradas:** Son las obtenidas por mezclas de muestras simples recogidas en puntos diferentes y simultáneamente.
  - 3.4 **Ejemplar de la muestra para el laboratorio:** Cada una de las partes obtenidas por reducción de la muestra.
  - 3.5 **Muestra representativa:** Se obtiene cuando una porción de la muestra de agua posee las características, lo más cercana e idénticamente posible, al cuerpo de agua que sea muestreado.
-

---

---

#### 4. MATERIAL Y APARATOS

Exceptuando el material específico que pueda utilizarse para determinaciones especiales, los recipientes en que se recojan las muestras deberán ser de vidrio o vidrio borosilicatado y recipientes de plástico u otros teniendo que cumplir los requisitos siguientes:

- a) No desprender materia orgánica, elementos alcalinos, boro, sílice u otros que puedan contaminar la muestra recogida.
- b) Que la absorción ejercida por sus paredes sea mínima sobre cualquiera de los componentes presentes en la muestra de agua.
- c) Que el material constituyente del recipiente no reaccione con los componentes de la muestra.
- d) Deben poder cerrar y sellar herméticamente.

Los recipientes plásticos se utilizarán para tomar las muestras en las que se deba determinar elementos alcalinos, nutrientes y radioactividad.

Los recipientes de vidrio borosilicatado se utilizarán cuando se analicen compuestos orgánicos volátiles disueltos y deberán ser de color ámbar cuando se investiguen elementos alterables por la luz.

Todo el material que se use para la toma de muestra deberá estar escrupulosamente limpio, siguiendo los requerimientos referidos en el Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, APHA-AWWA-WPCF. Última edición.

Los equipos o aparatos que se utilicen estarán en función de las condiciones físicas del lugar de muestreo, así como el de los parámetros a determinar, y se hallará comprendidos en los siguientes:

- 4.1 Por muestreo directo mediante el recipiente predeterminado según el tipo de análisis a realizar en el laboratorio o "in situ" según el documento de Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, APHA-AWWA-WPCF. Última edición.
  - 4.2 Para muestras que se tomen a profundidades mayores de un pie se utilizará cualesquiera de los equipos sugeridos en el Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, APHA-AWWA-WPCF. Última edición.
  - 4.3 Para muestras que se tomen a profundidades menores de un pie, se utilizará el método manual de toma de muestra, el cual consiste en introducir el recipiente con la boca hacia la corriente y lejos de la mano del muestreador. Si no hubiere corriente se moverá el recipiente horizontalmente. Se debe tener cuidado de no introducir materiales flotantes. Para sacar el recipiente, levántelo hacia arriba permitiendo al aire salir para llenar el recipiente. Cierre el recipiente e identifíquelo.
- 
-

- 
- 
- 4.4 Equipos automáticos. Para casos especiales no pueden establecerse normas fijas debido a la amplia gama de posibilidades de trabajo: tomar porciones en función del tiempo, del caudal circulante, de las características de la muestra, con almacenamiento en un único o múltiples recipientes, con refrigeración, con adición de reactivos, y otros.

## 5. PROCEDIMIENTO

Se utilizarán procedimientos de muestreo descritos en el Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, APHA-AWWA-WPCF. Última edición.

- El objetivo fundamental es conseguir que la porción de agua tomada sea representativa. Dado que la toma de muestras, presenta una enorme variedad de situaciones diferentes, en todos aquellos casos en que sea posible se fijarán para cada uno de ellos las condiciones más apropiadas.

- En fuentes que se estime conveniente y/o según los requerimientos establecidos en el Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, APHA-AWWA-WPCF. última edición, para conseguir que la muestra sea verdaderamente representativa.

- En ríos, embalses, será preciso considerar diversos factores, tales como profundidad, flujo de corriente, distancia a la orilla, recomendándose en estos casos la obtención de muestras integradas y de no ser posible se tomará una muestra simple en el centro de la corriente o varias muestras simples en los lugares más apropiados de la masa de agua.

- Siempre el recipiente de muestreo se enjuagará con la muestra.

- La referencia sobre el equipo de muestreo en el numeral 4.1 se utilizará para toma de muestras en grifos, las tuberías de la red de distribución, canales de riego, fuentes, arroyos de poca profundidad, pozos dotados de bomba de extracción y casos similares.

- En ríos, embalses, pozos sin bomba, grandes depósitos de almacenamiento y casos similares se utilizará el equipo especificado en el numeral 4.3 y 4.4, aplicable a cualquier profundidad.

## 6. PREPARACION DE LA MUESTRA

La preparación de la muestra será aquella establecida en el Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, APHA-AWWA-WPCF. Última edición.

---

---

## 7. CONSERVACION

Refiérase a la tabla No.1 extraída del Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, APHA-AWWA-WPCF. Última edición.

## 8. IDENTIFICACION Y ROTULADO DE LA MUESTRA

Obtenidas las muestras se cerrarán convenientemente y se precintarán de forma que quede garantizada su inviolabilidad, etiquetándolas para su perfecta identificación.

## 9. ANTECEDENTES

1. APHA, AWWA - WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19 Ed. 1995.
2. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, EPA, 1972.
3. CAE/XXVII/TM/1.1 Toma de muestras de Agua. Métodos oficiales de análisis y toma de muestras. Código Alimentario Español y su Desarrollo Normativo. Ministerio de Sanidad y Consumo.

TABLA N°1

| PREPARACION, CONSERVACION Y TIEMPO MAXIMO DE TRANSPORTE Y ANALISIS DE LA MUESTRA |                |                    |  |                                 |
|--|----------------|--------------------|--|---------------------------------|
| Determinación  | Tipo de envase | Volumen Mínimo ml. | Conservación   | Tiempo máximo de almacenamiento |
| Acidez   | PoV (B)        | 100                | Refrigerar 4°C   | 24 horas/14 días                |
| Alcalinidad  | PoV            | 200                | Refrigerar 4°C   | 24 horas/14 días                |
| Cloruro  | PoV            | 500                | Refrigerar 4°C a pH<2 NaOH                             | 24 horas/14 días                |
| Cloro Residual   | PoV            | 500                | No requiere  | Inmediato/3 horas               |
| Clorofila  | PoV            | 500                | Mantener en oscuridad                                  | 30 días                         |
| Cloruro  | PoV            | 100                | --   | 7 días                          |
| Cobre  | PoV            | 300                | Refrigerar 4°C   | 24 días                         |
| Color  | PoV            | 500                | Refrigerar 4°C   | 48 horas                        |
| Cromo  | PoV            | 300                | Refrigerar 4°C   | 24 días                         |
| Dureza   | PoV            | 100                | HNO <sub>3</sub> a pH<2                                | 6 meses                         |
| Demanda bioquímica De oxígeno (DBO)  | PoV            | 1000               | Refrigerar 4°C o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , pH<2 | 6 horas                         |
| Demanda química De oxígeno (DQO)   | PoV            | 100                | Refrigerar 4°C o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , pH<2 | Lo antes posible/28 días        |

|                        |         |      |  |  |
|------------------------|---------|------|--|--|
| Detergentes.....       | V       | 2000 | 20 mg/l. de HgCl <sub>2</sub>  | 1 día  |
| Fenoles.....           | PoV     | 500  | Refrigerar 4°C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , pH<2                       | 24 horas/28 días   |
| Fluoratos.....         | P       | 300  | No requiere  | 28 días  |
| Grasas y aceites.....  | V       | 1000 | Refrigerar 4°C o HCl, pH<2   | 24 horas/28 días   |
| Mercurio.....          | PoV     | 500  | Refrigerar 4°C HNO <sub>3</sub> , pH<2                                     | 28 días  |
| Metales disueltos..... | PoV     | 200  | Filtrar in situ HNO <sub>3</sub> , pH<2                                    | 6 meses  |
| Metales totales.....   | PoV     | 500  | Filtrar in situ HNO <sub>3</sub> , pH<2                                    | 6 meses  |
| Nitratos.....          | PoV     | 100  | Refrigerar 4°C   | Inmediato/48 horas                                       |
| Nitritos.....          | PoV     | 100  | Refrigerar 4°C   | Inmediato/48 horas                                       |
| Olor.....              | V       | 500  | Refrigerar 4°C   | Lo antes posible/6 horas                                 |
| Oxígeno disuelto.....  | V       | 300  | --   | Inmediato  |
| Plaguicidas.....       | V (s)   | 1000 | Refrigerar 4°C 1,000mg de ácido ascórbico/l. si hay olor residual presente | 7 días de la extracción 40 días después de la extracción |
| PH.....                | PoV (B) | 50   | Inmediato  | 2 horas  |
| Sabor.....             | V       | 500  | Refrigerar 4°C Inmediato   | 24 horas   |
| Sólidos.....           | PoV     | 200  | Refrigerar 4°C   | 2 - 7 días   |
| Sulfatos.....          | PoV     | 100  | Refrigerar 4°C   | 28 días  |
| Temperatura.....       | PoV     | ---  | --   | Inmediato  |
| Turbiedad.....         | PoV     | 100  | Inmediato  | 24 horas/48 horas  |

P = Plástico; V = Vidrio; V (B) = Vidrio borosilicatado; (S) Vidrio lavado con solventes orgánicos.

**SEGUNDO:** La presente resolución entrará en vigencia a partir de su publicación en Gaceta Oficial

**COMUNIQUESE Y PUBLIQUESE**

**JOAQUIN E. JACOME DIEZ**  
Ministro de Comercio e Industrias