

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**Identificación de malezas con potencial de resistencia o tolerancia a herbicidas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.); en el municipio de Santiago Nonualco, departamento de La Paz.**

**POR:**

TANIA BEATRIZ BARILLAS MENDEZ  
CESAR ARTURO ECHEGOYEN VILLANUEVA

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2014.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**Identificación de malezas con potencial de resistencia o tolerancia a herbicidas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.); en el municipio de Santiago Nonualco, departamento de La Paz.**

**POR:**

TANIA BEATRIZ BARILLAS MENDEZ  
CESAR ARTURO ECHEGOYEN VILLANUEVA

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2014.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL



**Identificación de malezas con potencial de resistencia o tolerancia a herbicidas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.); en el municipio de Santiago Nonualco, departamento de La Paz.**

**POR:**

TANIA BEATRIZ BARILLAS MENDEZ  
CESAR ARTURO ECHEGOYEN VILLANUEVA

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
INGENIERO(A) AGRÓNOMO

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2014

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO.

**SECRETARIA GENERAL:**

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA.

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

ING. AGR. M. Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA.

**SECRETARIO:**

ING. AGR. M. Sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO.

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL.**

---

ING. AGR. LEOPOLDO SERRANO CERVANTES.

**DOCENTE DIRECTOR.**

---

DR. FRANCISCO LARA ASCENCIO

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN.**

---

ING. AGR. GUSTAVO HENRIQUEZ MARTINEZ.

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en el municipio de Santiago Nonualco, departamento de La Paz. En el cual se entrevistó a 160 productores (as) de maíz, con el objetivo de identificar las malezas que presentan un potencial de resistencia o tolerancia a herbicidas; en el período de Noviembre de 2011 y Abril de 2012.

El proceso investigativo se realizó en dos etapas:

Para la primera etapa, se elaboró una encuesta basada en el modelo propuesto por FAO en el 2007, y que fue adecuada a las condiciones del municipio. Dicha encuesta se elaboro, para conocer las percepciones de los productores, respecto a las malezas que presentan un potencial de resistencia o tolerancia a herbicidas, así como el manejo realizado en el cultivo.

Con la información recolectada, se realizó una segunda fase, la cual fue el montaje del proyecto, en la que se sembraron malezas que presentaron características de resistencia o tolerancia a los herbicidas; aplicándoseles los herbicidas más utilizados por los productores, a la dosis adecuada. El experimento fue realizado mediante un diseño simple aleatorio.

Según la variable porcentaje de control de malezas, las malezas que mostraron cierto grado de potencial de resistencia o tolerancia a los herbicidas fueron: Campanilla (*Ipomoea purpurea*), Pata de Gallina (*Cynodon dactylon*), Botoncillo (*Melanthera sp.*), Coyolillo (*Cyperus sp.*), las cuales poseen diferentes reacciones a los herbicidas: paraquat, 2-4D y glifosato.

Con los resultados obtenidos, se concluyó que la maleza coyolillo (*Cyperus sp.*), presenta un alto potencial de resistencia a los herbicidas, siendo esta un grave problema para los productores de Santiago Nonualco.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado a lo largo de estos años, por darme la sabiduría necesaria en toda la carrera y por ser mi fortaleza en momentos de debilidad.

Le doy gracias a mis padres Blanquita y Roberto por su apoyo incondicional, por estar siempre presentes a lo largo de estos años, por darme la oportunidad de superarme a través de su esfuerzo diario, por la confianza puesta en mí y por ser mi mayor ejemplo a seguir. A mis hermanos Anya y Roberto, que a pesar de sus locuras siempre están presentes en mi vida brindándome su apoyo incondicional.

A mis Tías Mercy y Zoilita, por estar conmigo tantos años, brindándome su amor y comprensión, y por darme los valores y conocimientos necesario para enfrentar las adversidades.

A la Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas por brindarnos las herramientas y materiales necesarios para poder desarrollarnos en el campo laboral.

A nuestro asesor, Dr. Francisco Lara Ascenció por su apoyo incondicional desde el primer momento, por guiarnos y asesorarnos en los momentos más difíciles de la elaboración del trabajo de graduación.

A mi amigo y compañero César, por estar siempre presente, a pesar de tantas dificultades.

Agradezco de forma especial al Ing. Mauricio Tejada por todo su apoyo y por la confianza establecida desde el primer día, porque además de encontrar un docente, encontré un amigo en él, gracias por todo.

A mis amigos Carlos, Noé, Manuel, Jaime, Jairo, Tina, Héctor, Eddie y Ricardo que me acompañaron a lo largo de la carrera.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en todas las etapas de la elaboración del proyecto.

Tania B. Barillas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecido con la vida, porque se me ha permitido lograr un sueño más, trazándome objetivos mayores laborales y familiares.

Pero sobre todo agradecido con:

Mi madre María de los Ángeles Villanueva, que con tanta paciencia, tolerancia, y sobre todo amor, me enseñó en todo este camino de mi vida a esforzarme para lograr mis metas. Gracias madre por ser la persona más humilde que conozco en la vida, que me ha demostrado que no importa que todo salga mal, siempre al final la meta se alcanza con sacrificio y trabajo. Gracias madrecita.

Mi padre Augusto César Echegoyén, que con tanto trabajo, esfuerzos, y sacrificio; nunca dejó de creer y apoyarme. Gracias padre. Espero con esto regresar un poco de lo que me has brindado toda la vida, esperando ser tu mano derecha en las decisiones que elijas.

Mi hermana Cindy Echegoyén con su esposo, por el apoyo que me dieron cuando me vieron sufriendo y alegre por cada logro y tropiezo que tenía, y por supuesto las dos energías externas mis sobrinos (Dany y Fer), que con cada sonrisa decían ánimo tío tu puedes. Gracias familia Cañas Echegoyén.

Mi señora esposa Julia de Echegoyén, y su familia que siempre me daban todas sus fuerzas, ánimo, cariño, paciencia y amor, para lograr juntos esta meta en común. Gracias por pertenecer a mi vida en este momento y en adelante, esperando no ser la última meta juntos.

A la Universidad de El Salvador, y su Facultad de Ciencias Agronómicas; la cual con todo su personal nos enseñaron el camino y la finalidad del Ingeniero Agrónomo, dándonos herramientas para enfrentar los retos de la realidad nacional.

En especial a nuestro tutor y amigo, vice decano de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Dr. Francisco Lara Ascenció, el cual nos apoyó desde el primer momento con su tan preciado tiempo, recomendaciones, directrices y consejos tan acertados; superando adversidades de tiempo, trabajo y sobre todo salud.

A mi compañera de tesis, amiga y casi hermana, Tania Barillas, que me soportó, ayudó, apoyó tanto tiempo, para poder realizar esta meta. Siempre peleando, bromeando, y trabajando juntos, gracias por ser mi complemento en este objetivo alcanzado.

A mis amigos y compañeros de carrera Noe Linarez, Jairo Vigil, Carlos Blanco, Hector Gutierrez, Manuel Vicente, y otros; que en todo momento siempre fuimos un bloque fuerte, con lo cual cada uno nos apoyábamos ante las malas intenciones de muchos.

A todos los productores de maíz del Municipio de Santiago Nonualco, los cuales fueron muy accesibles, amables, y colaboradores con la información que se requería para la presente investigación.

Cesar Arturo Echevoyen Villanueva.

## **DEDICATORIA.**

Quiero dedicar este logro a Dios todo Poderoso por darme la sabiduría necesaria para culminar esta etapa de mi vida, por poner en mi camino personas han sido un soporte y compañía.

A mi madre y padre, Blanquita y Roberto, que son el motivo de mi esfuerzo y superación, que a pesar de tantas complicaciones han estado presentes en todo momento, apoyándome constantemente y brindándome los valores necesarios para enfrentar de mejor manera las dificultades que se me presenten en mi vida, los Amo mucho.

A mis hermanos Anya y Roberto, por poner toda su confianza en mí, por ser parte importante de mi vida y por apoyarme en todo momento.

A mis sobrinos Cris y Ale, por ser un incentivo más para terminar mis estudios, y que vean en mi un ejemplo de superación en sus vidas.

A mis Tías Mercy y Zoilita, que han formado parte de mi vida, y que han contribuido a mi formación a través de sus enseñanzas y valores.

A mis primos: Tania, Diana, Ima, Besy y Luís, por ser un ejemplo de superación y por estar conmigo en todo momento.

A mis amigas: Yasmin, Sandra, Gilda y Norita. Por confiar en mí y estar en cada momento, brindándome su comprensión y compañía desde mi infancia hasta esta etapa de mi vida.

Tania B. Barillas.

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas aquellas personas que siempre estuvieron a mi lado, brindándome apoyo, esperando este momento.

Pero sobre todo a:

Mi madre María de los Ángeles Villanueva, que me ha brindado tanto amor, paciencia, esperanza, fé, tiempo y trabajo. Sembrando la semilla con consejos y regaños, los cuales están dando sus frutos en este momento.

Mi padre que con tanta paciencia y trabajo, me enseñó sin palabras a como trabajar y luchar por los objetivos cruzados; mostrándome que para obtener lo que se desea hay que trabajar fuerte.

Mi hermana Cindy Echevoyén y familia; la cual siempre me ha demostrado que con un poco de esfuerzo se consigue cualquier meta. A mis sobrinos con lo cual les doy un objetivo desde ya, diciéndoles que si yo pude hacer esto, ustedes tienen que hacerlo cien veces mejor y en menos tiempo.

A mi hermana Claudia Echevoyén y familia. Aunque estando lejos siempre me apoyo con sus palabras simples pero sinceras y con buenas intenciones.

A mis abuelitos el Arturon y la Merchita que me han esperado tanto tiempo con vida para ver este logro tan importante en mi vida, superando adversidades de salud.

Mis amigos de juventud Manuel Vicente (Chentillo), William Bernabe (pex), Jhonathan Chavez ( bombom) y otros; que siempre en mis momentos buenos y malos estuvieron a mi lado, viviendo cosas buenas y cosas malas, con las que se aprendió muchas cosas que no se aprenden en otro lado.

Mis hermanos B1 (Maui, lovo, chino, santa, guayo, negro, cala, entre otros) y a mi hermano Joaquin Alas (fuji) que me está apoyando desde el más allá, que con su carisma, humor, felicidad y serenidad que me han brindado fuerzas para lograr mis metas. Gracias hermanos, si antes lloramos hoy tenemos mucho porque reír y ser felices.

Cesar Arturo Echevoyén Villanueva.

# INDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	IV
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	V
<b>DEDICATORIA</b> .....	VIII
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>II. REVISION BIBLIOGRAFICA</b> .....	3
2.1 Generalidades.....	3
2.2 Definición de maleza y su manejo.....	4
2.2.1 Manejo Integrado de Malezas.....	4
2.3 Clasificación de malezas.....	4
2.4 Herbicidas.....	5
2.5 Importancia de los herbicidas.....	5
2.6 Clasificación de herbicidas.....	5
2.7 Modo de acción de los herbicidas.....	6
2.8 Métodos de uso de herbicidas.....	6
2.9 Relación planta – maleza - herbicida.....	6
2.9.1 Competencia maleza cultivo.....	6
2.9.2 Relación herbicida - planta.....	7
2.10 Resistencia de malezas a herbicidas.....	7
2.10.1 Definición de resistencia y tolerancia.....	7
2.10.2 Mecanismos de resistencia de malezas a herbicidas.....	8
2.10.3 Resistencia de las malezas y su relación con la biología de la especie.....	9
2.11. Generalidades del Cultivo de Maíz.....	11
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	14
3.1 Metodología de recolección de datos (encuesta).....	14
3.1.1 Primera Etapa.....	14
3.1.2 Segunda Etapa.....	16
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	21
4.1 Análisis de Resultados de la Encuesta.....	21
4.1.1 Generalidades de los productores de maíz del municipio de Santiago Nonualco.....	21
4.1.2 Problemas de malezas resistentes o tolerantes a herbicidas en la zona.....	23
4.1.3. Identificación de malezas principales.....	24
4.1.4 Malezas que presentan potenciales características de resistencia o tolerancia a herbicidas.....	26
Maleza 1: Coyolillo ( <i>Cyperus sp.</i> ).....	26
4.1.5. Identificación del tipo de herbicida, dosis y mezclas.....	26

4.1.6. Impacto de la maleza en la superficie del cultivo.....	27
4.1.7. Asesoría y asistencia técnica para reducir el impacto de la maleza en la zona.	28
4.2 Evaluación del porcentaje de control de malezas, según herbicidas y dosis reflejadas a través de la encuesta.....	31
4.3 Análisis de resultados según la escala para la evaluación del porcentaje de control de malezas (PCM). .....	31
4.3.1 Comportamiento de la maleza Coyoilillo ( <i>Cyperus sp.</i> ) a las aplicaciones de los herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D amina. ....	31
4.3.2 Comportamiento de la maleza Botoncillo ( <i>Melanthera sp.</i> ) a las aplicaciones de los herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D amina.....	34
4.3.3 Comportamiento de la maleza Pata de Gallina ( <i>Cynodon dactylon</i> ) a las aplicaciones de los herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D amina.....	35
4.3.4 Comportamiento de la Campanilla ( <i>Ipomoea purpurea</i> ) a las aplicaciones de los herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D amina. ....	37
<b>4.3.5 Discusión general</b> .....	39
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	42
<b>IV. RECOMENDACIONES</b> .....	44
<b>IV. BIBLIOGRAFIA</b> .....	45
<b>ANEXOS</b> .....	49

## Índice de Figuras.

Figura 1: Historia de aplicación de herbicidas en el cultivo, según productores de Maíz.	21
Figura 2: Siembra de otros cultivos en la zona.....	22
Figura 3: Causa de la resistencia de malezas a herbicidas según los agricultores. ....	24
Figura 4: Malezas más comunes en el área de estudio .....	25
Figura 5 : Dosis de herbicidas utilizadas comúnmente por los productores. ....	27
Figura 6: Razones por la cual los productores creen que las malezas poseen características de resistencia y tolerancia.....	30
Figura 7: Comportamiento del control de Coyolillo ( <i>Cyperus sp.</i> ) a la aplicación de los herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D.....	32
Figura 8: Comportamiento del Botoncillo ( <i>Melanthera sp.</i> ) a la aplicación de los herbicidas paraquat, glifosato y 2.4-D.....	34
Figura 9: Comportamiento de la maleza Pata de Gallina ( <i>Cynodon dactylon</i> ) a la aplicación de herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D. ....	36
Figura 10: Comportamiento de la Campanilla ( <i>Ipomoea purpurea</i> ) a la aplicación de Herbicidas paraquat, glifosato y 2,4- D amina.....	38

## Índice de Cuadros.

Cuadro 1. Escala para la evaluación del porcentaje de control de malezas (PCM).....	21
Cuadro 2. Prueba de $\chi^2$ entre aplicación de herbicidas con respecto al periodo de tiempo de utilización.....	22
Cuadro 3. Productores que poseen en su parcela malezas con características de resistencia o tolerancia.....	23
Cuadro 4. Herbicidas utilizados frecuentemente en el cultivo del maíz.....	26
Cuadro 5. Prueba de $\chi^2$ entre las personas que piensan que las malas aplicaciones y la falta de capacitación inciden en la resistencia y/o tolerancia de las malezas. ....	28
Cuadro 6. Prueba de $\chi^2$ entre la opinión de las personas que cuentan con malezas en su cultivo con los que creen que las malezas son dañinas para su cultivo .....	29
Cuadro 7. Comportamiento del Coyolillo ( <i>Cyperus sp.</i> ) a la aplicación de paraquat, glifosato y 2,4-D amina.....	32
Cuadro 8. Comportamiento del Botoncillo ( <i>Melanthera sp.</i> ) a paraquat, glifosato y 2,4-D amina.....	35
Cuadro 9. Comportamiento de la maleza Pata de gallina ( <i>Cynodon dactylon</i> ) a paraquat, glifosato y 2,4-D amina.....	37
Cuadro 10. Comportamiento del la Campanilla ( <i>Ipomoea purpurea</i> ) a paraquat, glifosato y 2,4-D amina.....	38

## Índice de Anexos.

### Anexos de Contenido

A-1 Presupuesto para la implementación de una manzana de maíz (tecnificada).....	49
A-2 Generalidades del Municipio de Santiago Nonualco.....	51
A-3 Encuesta .....	53
A-4. Descripción de malezas con potencial de resistencia y tolerancia a herbicidas en el cultivo del maíz, según la perspectiva de los agricultores.....	56
A-5 Descripción de herbicidas utilizados con más frecuencia en el municipio de Santiago Nonualco para el control de malezas en el cultivo del maíz .....	65

### Anexo de Figuras

Figura A-1 Fotografía realizando encuesta. ....	74
Figura A-2 Fotografía toma de puntos geograficos mediante GPS.....	74
Figura A-4 Recolección de malezas.....	75
Figura A-5 Poda de malezas.....	76
Figura A-6 Poda de malezas.....	76
Figura A-7 Montaje del proyecto .....	77
Figura A-8 Efecto de los herbicidas .....	77
Figura A-9 Efecto de los herbicidas en <b>Melanthera sp.</b> a los 10 días.....	78
Figura A-10 Efecto de los herbicidas en <b>Cynodon dactylon</b> a los 21 días.....	78
Figura A-11 Efecto de los herbicidas en <b>Cyperus sp.</b> a los 21 días. ....	79
Figura A-12 Efecto de los herbicidas en <b>Ipomoea purpurea</b> a los 21 días.....	79
Figura A-13 Comparación del efecto de los herbicidas en <b>Cyperus sp.</b> y el tratamiento testigo.....	80
Figura A-14 Comparación del efecto de los herbicidas en <b>Melanthera sp.</b> y el tratamiento testigo. ....	80
Figura A-15 Comparación del efecto de los herbicidas en <b>Cynodon dactylon</b> y el tratamiento testigo. ....	81
Figura A-16 Comparación del efecto de los herbicidas en <b>Ipomoea purpurea</b> y el tratamiento testigo. ....	81

## I. INTRODUCCION.

El cultivo del maíz es uno de los más importantes en todo el mundo, siendo éste la base de la alimentación humana y animal; ya que tiene una enorme trascendencia para la nutrición y la seguridad alimentaria. El maíz es un cultivo, que se adapta ampliamente a diversas condiciones ambientales y edáficas, lo que le permite ser cultivado casi en todo el planeta; además es muy conocido desde la antigüedad, por nuestros antepasados y en la actualidad, tiene un valor importante en la economía mundial.

El maíz ocupa el tercer lugar en la producción mundial, después del trigo y el arroz. Según Person y David (1990) se cultiva una superficie total de 106 millones de hectáreas a nivel mundial, y su rendimiento es de 215 millones de toneladas; lo que representa un promedio de dos toneladas por hectárea. En El Salvador, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería, en el año 2012, se reportó la mayor cosecha con una producción aproximada de 22 millones de quintales de maíz.

Entre los problemas de mayor importancia, de la baja producción de maíz en El Salvador, se pueden citar tres: el ataque de plagas y enfermedades, la baja fertilidad de los suelos y la competencia que establecen las malezas (Alemán, 2004).

Para el caso de la competencia de las malezas en el cultivo de maíz, se inicia en una fase de desarrollo temprana; por lo tanto es necesario iniciar el manejo en pre-emergencia, y evitar labores mecánicas en períodos tardíos, durante el ciclo del cultivo (Alemán, 2004).

Por otro lado, para obtener un rendimiento mínimo aceptable del 70%, el cultivo de maíz tiene que permanecer libre de malezas, entre la segunda y quinta semana después del establecimiento del cultivo.

Existen varios métodos para controlar las malezas, donde la selección del método a aplicar en cada caso específico, depende de: cultivo, las especies presentes, las condiciones ambientales, el suelo, la topografía del área y los costos.

Por las razones antes citadas, se llevó a cabo el presente estudio; para: determinar el grado potencial de resistencia o tolerancia de las malezas a los herbicidas, presentes en el cultivo de maíz en el municipio de Santiago Nonualco, Departamento de La Paz; con el fin de obtener alternativas de manejo, con perspectivas sostenibles.

Para lograr lo anterior, se deben identificar las malezas más comunes en el cultivo del maíz, conocer los herbicidas y las dosis más utilizadas, por los productores del municipio de Santiago Nonualco, y lograr identificar a través de tabla de fitotoxíedad, aquellas malezas que presenten algún potencial de resistencia o tolerancia a herbicidas.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA.

### 2.1 Generalidades.

Se ha determinado que en el mundo se pierden miles de toneladas de alimentos por causas diversas; entre las cuales las “malezas” constituyen un factor que incide en la pérdida de dichos alimentos (Klingman y Ashton, 1980).

Las malezas son problemas en todas las áreas productoras de maíz, y su control normalmente se realiza con herbicidas a nivel de medianos y grandes productores. Los aperos de labranza de tracción animal son utilizados por los medianos productores, mientras que el método de control manual, en su mayor parte, lo utilizan los agricultores pequeños y de escasos recursos.

Para el control de malezas en el municipio de Santiago Nonualco, los productores destinan de su inversión un 26.18%, para la compra de herbicidas, lo cual representa un alto costo en la inversión (A- 1).

Para casi todo el complejo de malezas del maíz existe un manejo conocido. Sin embargo, algunas especies como la caminadora, (*Rottboellia cochinchinensis*) y el coyolillo o coquito (*Cyperus sp.*), se consideran claves y requieren un manejo especial por su habilidad para competir y por lo difícil que resulta controlarlo (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 1990).

A través de diversas investigaciones, se ha determinado la distribución de las malezas en la región, estableciéndose cuatro grandes zonas climáticas en las cuales se cultiva el maíz. En cada una de estas zonas existe un grupo de malezas asociadas al cultivo de manera muy particular, entre las malezas que se encuentran en la zona trópico húmedo bajo, se pueden citar: viborana (*Asclepias curassavica*), bleo (*Amaranthus sp.*), mozote (*Bidens pilosa*), zacate de agua (*Cynodon dactylon*), dormilona (*Mimosa pudica*), verdolaga (*Portulaca oleracea*); caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) y coyolillo (*Cyperus rotundus*) (CATIE, 1990).

## **2.2 Definición de maleza y su manejo.**

Gómez (1995) define como maleza a toda planta que crece fuera de su sitio e invade a otro cultivo, en el cual causa más perjuicio que beneficio. Las malezas se caracterizan por su capacidad para sobrevivir en condiciones ambientales adversas.

Según Alán (1995) el manejo de malezas consiste en eliminar la nocividad de las poblaciones de maleza en vez de pretender suprimirlas totalmente, tanto por razones económicas como ecológicas.

La meta de un plan de manejo de malezas debe ser el establecimiento de una comunidad de malezas diversas, integradas por especies de fácil combate e impedir su desarrollo excesivo, para prevenir pérdidas en la producción. La meta también podría ser el establecimiento de una sola especie que limite el desarrollo de otras y que proporcione protección al suelo, siempre que no perjudique el proceso productivo.

### **2.2.1 Manejo Integrado de Malezas**

Según Alán (1995) el manejo integrado de maleza (MIM) intenta reducir las poblaciones de malezas a niveles manejables combinando la prevención y el control a reducir el banco de propágulos en el suelo prevenir la emergencia de las plantas en ciertos momentos y minimizar la competencia con el cultivo.

## **2.3 Clasificación de malezas.**

Alemán (1991) cita que existen diversos tipos y enfoques para clasificar las malezas, algunos de ellos son: su ciclo biológico, el tipo de planta, su hábito de crecimiento, el hábitat donde se desarrolla y la familia botánica a la que pertenece. En cuanto a su ciclo biológico pueden ser: anuales, bianuales y perennes.

En cuanto al tipo de planta pueden ser:

Malezas de hoja ancha: planta de tamaño variables, cuyas hojas tienen limbos bien desarrollados, grandes, con nervadura angular (dicotiledones) o nervaduras paralelas (monocotiledóneas, con excepción de las gramíneas y ciperáceas). Malezas de hoja angostas: hierbas de tamaño variables, con tallos huecos o llenos, trígonos o cilíndricos, no divididos por nudos, hojas en tres direcciones, flores en espiga y frutos en aquenios (Jurgens, 1975).

## **2.4 Herbicidas.**

Los herbicidas son compuestos químicos que aplicados a la planta, reaccionan con sus constituyentes morfológicos o interfieren en sus sistemas bioquímicos, promoviendo efectos morfológicos y fisiológicos en grados variables que matan o inhiben en forma parcial o total, el crecimiento de la planta (Cámara Agropecuaria y Agroindustrial de El Salvador [Camagro], 1986).

## **2.5 Importancia de los herbicidas.**

El uso de productos para controlar malezas data desde 1944 cuando el 2,4-D fue usado por primera vez como herbicida, a partir de ese momento se han venido utilizando progresivamente hasta nuestros días, como una alternativa en el control de malezas en nuestros cultivos (Alemán, 1991).

## **2.6 Clasificación de herbicidas.**

Según la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes [CASAFE] s.f. se pueden dividir en:

Selectivos: aquellos que controlan un objetivo, preservando el cultivo de interés económico.

Totales: generalmente utilizados para limpieza de terrenos donde se controlan todas las especies existentes, sin discriminación.

Residuales: persisten en el suelo controlando la nacencia de malezas provenientes de semillas de especies anuales, al impedir su germinación. Normalmente no son activos sobre especies perennes que rebrotan a partir de rizomas, bulbos o estolones.

Preemergentes: son herbicidas que se aplican antes de la nacencia del cultivo.

Postemergentes: son herbicidas que se aplican después de la nacencia del cultivo.

Sistémicos: se aplican sobre la planta, pero actúan a distancia, al ser traslocado hasta raíz mediante el floema.

De contacto: se aplican sobre la planta actuando localmente en la superficie, sin necesidad de ser traslocado.

## **2.7 Modo de acción de los herbicidas.**

Es la secuencia de eventos que ocurren desde el momento en el que el herbicida entra en contacto con la planta hasta la muerte de esta. Dicho de otra manera el modo de acción de un herbicida comprende la suma total de respuestas anatómicas fisiológicas y bioquímicas, que hacen posibles la acción tóxica de un químico, así como su ubicación y degradación en la planta (Ashton y Crafts, 1981).

Una característica en común que pueden tener los herbicidas es que actúan sobre procesos fisiológicos de los vegetales, siendo su toxicidad muy alta, en algunos casos, sobre otras especies esta es muy baja (Ashton y Crafts, 1981).

Según CASAFE (s.f.), existen cuatro tipos de herbicidas:

Los que actúan sobre la fotosíntesis.

Los que alteran la biosíntesis de metabolitos distintos a los carbohidratos,

Herbicidas que alteran el crecimiento vegetal,

Herbicidas con otros mecanismos de acción.

## **2.8 Métodos de uso de herbicidas.**

Según De la Cruz (1996) los herbicidas se pueden aplicar al follaje o al suelo, los que se aplican al follaje y afectan solamente la parte tratada se describen como herbicidas de contacto; mientras que aquellos que se trasladan del follaje tratado hacia un punto de acción en otro lugar de la planta se denominan herbicidas sistémicos.

Los herbicidas de aplicación al suelo que generalmente afectan la germinación de las malezas, tienen que persistir por algún tiempo para ser efectivos y se denominan herbicidas residuales. Algunos herbicidas residuales tienen acción de contacto y afectan las raíces y los tallos en la medida en que emergen de la semilla, mientras que otros entran en la raíz y las partes subterráneas de la planta y se traslocan a su punto de acción (Cárdenas, 1972).

## **2.9 Relación planta – maleza - herbicida.**

### **2.9.1 Competencia maleza cultivo.**

Según Alemán (2004) la competencia por recursos (luz, agua, nutrientes, dióxido de carbono, oxígeno) es la mejor forma para explicar la mayoría de los efectos entre asociaciones de plantas con ciclo de vida cortos, que crecen en campos cultivados (cultivos y malezas).

Esta competencia entre individuos de diferente especie se denomina competencia ínter específica. Sin embargo la competencia también puede realizarse entre individuos de la misma especie, denominándose esta última competencia intra específica.

Los efectos se hacen perceptibles de la manera siguiente: se reducen los recursos por individuo: luz (sombreo), agua, nutrientes, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), oxígeno (O<sub>2</sub>), entre otros.

#### 2.9.2 Relación herbicida - planta.

Según Rojas y Vásquez (1995) los procesos importantes a estudiar en la relación son: absorción, translocación, destino molecular, mecanismos de acción y sintomatología.

### **2.10 Resistencia de malezas a herbicidas.**

#### 2.10.1 Definición de resistencia y tolerancia.

El uso prolongado de químicos en las malezas puede ocasionar modificaciones en su estructura molecular, dichas modificaciones pueden denominarse resistencia o tolerancia, las cuales se definen a continuación: resistencia es la capacidad que adquiere la población de una especie de soportar una dosis de herbicida que con anterioridad le afecta intensamente. Se admite que la resistencia se genera como consecuencia de la eliminación de los biotipos susceptibles de la maleza por acción del herbicida lo que determina el aumento en la frecuencia de los biotipos resistentes preexistentes en la población aunque con muy baja frecuencia (Papa, 2004).

Resistencia es un término que se refiere a la tendencia de un plaguicida a perder su efectividad tras su repetido uso contra una plaga. Es un fenómeno común en el agro centroamericano. Se ha visto con frecuencia la introducción de un nuevo producto “fulminante”, que al primer año da resultados extraordinarios. En el segundo o tercer año, sin embargo, requiere una dosis doble para lograr el mismo efecto. En el quinto o sexto año habrá perdido su efectividad. Las plagas se han vuelto resistentes al producto (CATIE, 1990).

Tolerancia: es la capacidad que tienen los individuos de una especie de soportar la dosis de uso de un herbicida debido a características que le son propias. Las poblaciones tolerantes a un herbicida nunca antes fueron susceptibles (Papa, 2004).

## 2.10.2 Mecanismos de resistencia de malezas a herbicidas.

Tuesca (2001) cita tres procesos por los cuales se anula la actividad fitotóxica del herbicida:

a) Modificación del sitio de acción: se producen cambios estructurales en la molécula que constituye el sitio de acción del herbicida. De esta manera, el herbicida no puede unirse a dicha molécula y se inhibe el efecto fitotóxico.

b) Detoxificación por metabolización: se producen cambios en la tasa de detoxificación del herbicida. En una planta resistente, el herbicida se degrada a metabolitos no fitotóxicos en forma más rápida que en una planta susceptible (ej.: algunos casos de resistencia a los inhibidores de la síntesis de ácidos grasos).

c) Reducida absorción, transporte o secuestación: la secuestación o aislamiento implica que el herbicida es apartado de las regiones metabólicamente activas de la célula vegetal y trasladada a sitios menos activos (por ejemplo, una vacuola) donde es inocuo para el crecimiento vegetal. Este paso frecuentemente es precedido por una desactivación por conjugación con otra molécula (por ejemplo, un azúcar). Se produce de este modo una reducción de la concentración del herbicida en el sitio de acción. Este mecanismo ha sido sugerido en algunos casos de resistencia a los inhibidores de la síntesis de ácidos grasos y del foto-sistema.

Domínguez (2010) agrega como otro mecanismo de resistencia a la hidrólisis, la cual define como reacciones catalizadas por enzimas hidrolíticas.

En las transformaciones hidrolíticas se rompen los enlaces de un sustrato por adición a cada producto de hidrogeno (H) u hidróxido (OH) proveniente del agua (H<sub>2</sub>O), Hay muchas enzimas hidrolíticas capaces de metabolizar una gran variedad de sustratos particularmente aquellos que contienen grupos funcionales amida, carbamatos, o ésteres. Estas enzimas pueden estar fragmentadas o ser extracelulares y las reacciones pueden ocurrir aerobias como anaerobias.

### 2.10.3 Resistencia de las malezas y su relación con la biología de la especie.

Cárdenas (1972) menciona los siguientes factores:

#### a. Frecuencia de alelos resistentes

Los alelos de resistencia resultan de mutaciones al azar y pueden estar presentes en la población antes de que ésta haya sido expuesta al herbicida. A medida que dicha frecuencia aumenta en una población, la tasa de evolución de la resistencia será mayor.

#### b. El modo de herencia de la resistencia

Si la resistencia es conferida por alelos dominantes la evolución será más rápida, debido a que tanto los individuos homocigotos como heterocigotos resultarán resistentes.

#### c. Número de genes que confieren resistencia

La herencia de la resistencia es comúnmente monogénica, es decir que está controlada por un solo gen, dando lugar a tasas de evolución relativamente elevadas. Por el contrario, cuando la resistencia está asociada con varios genes (poligénica) la evolución es más lenta, ya que se requieren recombinaciones genéticas durante varias generaciones para reunir un número suficiente de alelos que den lugar a un genotipo resistente.

#### d. Características reproductivas de la especie

En las especies alógamas (fecundación cruzada), los alelos de resistencia pueden dispersarse no sólo a través de las semillas, sino también mediante el polen transportado por el viento o por insectos. En las especies autóгамas (plantas que tienen la capacidad de fecundarse por si misma) el flujo génico es sumamente reducido entre individuos, en este caso la dispersión de alelos resistentes se produce casi exclusivamente a través de semillas.

#### e. Capacidad reproductiva de la maleza

La producción de un elevado número de semillas y la capacidad de lograr más de una generación reproductiva por año favorece la dispersión de la resistencia.

f. Tamaño de la población de malezas

En poblaciones de malezas con densidades elevadas, la probabilidad de que algunos individuos resistentes estén presentes será mayor.

g. Longevidad de las semillas en el suelo

En las especies que poseen un banco de semillas persistente, sólo una fracción de éste estará expuesta a la selección por el herbicida en cada estación de crecimiento. Así, en años sucesivos las poblaciones de plántulas reclutadas a partir del banco incluirán una proporción de individuos susceptibles. Esto resultará en una disminución de la frecuencia de alelos resistentes y hará más lenta la evolución de la resistencia.

h. Mecanismos de dispersión de semillas

En el caso de especies anemófilas, el viento puede dispersar semillas de genótipos resistentes a áreas no infestadas. La dispersión por efecto antrópico también debe tenerse en cuenta ya que la maquinaria es una vía de transporte de estos genotipos a áreas libres de individuos resistentes.

i. Período de emergencia

En la medida que las poblaciones de malezas tengan períodos prolongados de germinación, la probabilidad de que el herbicida afecte sólo a una parte de dicha población se incrementa. Los individuos susceptibles que germinen con posterioridad a la aplicación contribuirán a disminuir la frecuencia de alelos resistentes y la evolución de la resistencia será más lenta.

j. El valor adaptativo (condición) relativo de los genotipos resistentes y susceptibles

El valor adaptativo de un genotipo se mide a través del éxito reproductivo, es decir la cantidad de descendientes que están presentes en la siguiente generación. En poblaciones que se aparean al azar casi todos los alelos de la población van a estar en forma heterocigota durante los primeros estadios de la evolución de la resistencia.

En el caso que frente a las aplicaciones de herbicidas, los individuos heterocigotos (RS) tengan más condición que las homocigotas susceptibles (SS), la evolución de la resistencia será rápida.

Si en cambio, los heterocigotos poseen una condición similar al de los susceptibles la resistencia va a evolucionar más lentamente.

En algunos casos, el genotipo resistente tiene un valor adaptativo menor que el susceptible, en esta situación si se reduce la presión de selección, por ejemplo utilizando herbicidas con distinto sitio de acción, la frecuencia del genotipo resistente disminuye rápidamente en la población.

## **2.11. Generalidades del Cultivo de Maíz**

El maíz pertenece a la familia de las Gramíneas, su nombre científico es *Zea mays*, y se ha cultivado en casi todas las partes del mundo, es posible encontrar plantas de este cereal con características diferentes (Persons y David, 1990).

**Morfología:** el cultivo de maíz es de régimen anual, su ciclo vegetativo oscila entre los 80 y 200 días, desde la siembra hasta la cosecha.

**Manejo del Cultivo:** este cultivo requiere varios cuidados desde la siembra hasta la cosecha. Las operaciones son diversas y se les implementa de acuerdo con las necesidades del maizal. El manejo incluye las siguientes operaciones: control de las Malezas, Aporque y operaciones de escaldado, Suministro de agua, en caso de riego, combate de plagas y enfermedades.

**Control de Malezas:** Durante las primeras etapas de crecimiento del maíz, el daño por malezas puede ser grande. Las malezas compiten ventajosamente con las plántulas del cultivo por luz y nutrientes.

Para eliminar las malezas, se puede efectuar un control químico o mecánico durante el período crítico, es decir cuando el maíz sufre la mayor competencia de malezas. Esto ocurre durante las primeras semanas o cinco después de que el cultivo ha germinado.

Con respecto al control químico, existen dos tipos de herbicidas, los de contacto y los sistémicos. Los primeros causan la muerte de las malezas por contacto exterior. Los otros son absorbidos por las malezas, causándole la muerte por translocación. Existen también herbicidas selectivos y no selectivos. Los selectivos dañan solo las malezas; los últimos dañan toda la vegetación. La aplicación de los herbicidas puede ser de preemergencia y de post emergencia (Rojas y Vásquez 1995).

Para la selección del herbicida, se toman en cuenta las características de las malezas, el clima, el suelo y el método de aplicación.

Por ejemplo, cuando las malezas son de hoja ancha se usará el 2.4-D amina, en una aplicación de 2 kg de material activo por hectárea aproximadamente. La aplicación se hará cuando las malezas tengan menos de 10 cm de altura (Riches, 2000).

Se podría también aplicar el herbicida a partir del estado de preemergencia, interrumpiendo la aplicación hasta que el maíz alcance una altura de 15 cm.

El 2.4-D amina es un herbicida selectivo; se aplica a malezas de hasta 10 cm de altura. Si esta tiene una altura mayor de 10 cm, se usa el gramoxone.

Como este herbicida no es selectivo, se aplica antes de la emergencia del maíz o en bandas entre las hileras (Riches, 2000).

Cuando las malezas son de hoja ancha y angosta, como el zacate, se usa un herbicida residual a base de simazin, como el gesatop. Una sola aplicación es suficiente en preemergencia. El simazin se aplica a razón de 2 a 4 kg de materia activa por hectárea. Actúa a través de la raíces, impidiendo el crecimiento y desarrollo de estas malezas. También se puede usar atrazina o gesaprim, a razón de 2 a 4 kg de ingrediente activo por hectárea en pre y postemergencia. El gesaprim es recomendado para los terrenos no irrigables o para zonas de pocas lluvias, ya que es selectivo y de contacto, es un herbicida que se aplica en terrenos bajo riego, o en regiones con lluvias abundantes (Rojas, *et al*, 1995).

Una correcta aplicación de herbicidas residuales debe tomar en consideración las condiciones ecológicas y edáficas siguientes:

Con lluvias o riego de más de 8 cm, un herbicida soluble se infiltra por debajo de la zona de las malezas. El herbicida puede dañar la semilla del maíz al haberse infiltrado en esa zona (Rojas, *et al*, 1995)

En condiciones áridas, el herbicida permanece en la superficie, por encima de la zona de la maleza, sin controlar estas.

Con lluvia o riego de hasta 2.5 cm, el producto químico se infiltra en la profundidad correcta, dando como resultado un buen efecto residual.

Una vez aplicado el herbicida residual, no debe removerse el suelo, para evitar una capa irregular que daría como resultado un control falto de uniformidad.

En la preparación de la mezcla con herbicida, se usan de 200 a 500 litros de agua por hectárea.

Los herbicidas atrazina y simazina permanecen en la capa superficial del suelo, en forma efectiva, durante un periodo de tres a seis meses, según la concentración aplicada por hectárea. Por lo tanto, puede causar daño al cultivo siguiente. Para prevenir esta situación se necesita reducir la dosis, o efectuar una aplicación en bandas, ya que en este tipo de aplicación se usa una cantidad menor de producto químico.

Con respecto al cultivo de maíz forrajero de alta densidad de siembra, normalmente no se necesita herbicida, porque las plantas de maíz sombrean lo suficiente para detener el crecimiento de las malezas.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Metodología de recolección de datos (encuesta).

El presente estudio se realizó en el municipio de Santiago Nonualco, ubicado en el Departamento de La Paz (A-2). Para el cual se entrevistó a 160 productores (as) de maíz, con edades que oscilan entre 16 y 72 años, en el período comprendido de Noviembre de 2011 y Abril de 2012. La investigación se dividió en dos etapas.

##### 3.1.1 Primera Etapa.

En esta etapa, se realizó una encuesta basada en el modelo propuesto por FAO en el 2007 (A-3) y que fue adecuada a las condiciones del municipio. Dicha encuesta contó con veintisiete preguntas, las cuales se elaboraron para conocer las percepciones de los productores respecto a las malezas que presentan características de resistencia o tolerancia a herbicidas, así como el manejo que se realiza en el mismo cultivo.

Se monitorearon 160 puntos a través de sistema de posicionamiento geográfico (GPS), con el propósito de registrar por medio de coordenadas las áreas afectadas. (Figura A-1).

#### **Materiales:**

- ✓ Papel
- ✓ Bolígrafos
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ GPS
- ✓ Viáticos
- ✓ Libretas
- ✓ Fotocopias
- ✓ Calculadora
- ✓ Computadora
- ✓ Software (Spss)

#### **Métodos:**

La muestra fue determinada tomando en cuenta el censo de pobladores dedicados a la producción de maíz, proporcionado por la alcaldía municipal, el cual es de 866 productores, dando una población a muestrear de 160 productores.

Para determinar el tamaño de la muestra de productores a entrevistar se utilizó la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{NZ^2 \infty PQ}{(N - 1)E^2 Z^2 \infty PQ}$$

Dónde:

n= Muestra

N= Total de productores

Z= Nivel de significancia del 5% (1.96)

P= Proporción de éxito (0.5)

Q= Proporción de fracaso (0.5)

E= Error de estimación 7% (0.07)

$$n = \frac{(866)(1.96)^2(0.50)(0.50)}{(866 - 1)(0.07)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = 160$$

Para recolectar información se diseñó una encuesta que fue realizada a través de un muestreo probabilístico aleatorio simple, donde todos los productores tuvieron la misma posibilidad de ser seleccionados. (Figura A-2).

Una vez recolectada la información se procesaron los datos mediante métodos de estadística descriptiva (frecuencia, media, entre otras), presentando la información en tablas y formas gráficas; de igual manera se logró la determinación de medidas de dispersión; correlación y prueba de  $\chi^2$ , a través del software SPSS 20.

La información fue procesada determinando las variables siguientes:

- a) Generalidades de los productores de maíz del municipio de Santiago Nonualco.  
En esta variable se busca conocer las edades que oscilan en la población productora, además si esta población utiliza herbicida y desde hace cuánto tiempo vienen realizando esta práctica.
- b) Problemas de malezas resistentes o tolerantes a herbicidas en la zona.  
Conocer según los productores el concepto de resistencia y tolerancia, y si según opiniones existía presencia de estas en su parcela.

- c) Identificación de malezas principales  
Reconocer las malezas más frecuentes en la zona.
- d) Descripción de las malezas que presentan características potenciales de resistencia o tolerancia a herbicidas.  
Identificar las malezas que presentan según los productores, algunas características de resistencia o tolerancia a los herbicidas.
- e) Identificación del tipo de herbicida, dosis y mezclas.  
Saber los distintos herbicidas y dosis utilizadas, además de conocer las diferentes mezclas que realizan.
- f) Impacto de la maleza en la superficie del cultivo.  
Conocer, según los productores de la zona, cuales son las consecuencias de tener malezas que presentan características de resistencia y tolerancia.
- g) Asesoría y asistencia técnica para reducir el impacto de la maleza en la zona.  
Saber si los productores han recibido alguna capacitación y si las ha habido, identificar las diferentes instituciones que las realizan.
- h) Descripción de herbicidas utilizados con más frecuencia en el municipio de Santiago Nonualco para el control de malezas en el cultivo del maíz.  
Describir las malezas con características potenciales de resistencia o tolerancia que afectan en la zona y los herbicidas que utilizan los productores.

### 3.1.2 Segunda Etapa.

Fundamentados en los resultados de la encuesta se condujo la segunda etapa de la investigación, a partir de los cuales se logró la identificación de cuatro malezas que presentaron características de resistencia y/o tolerancia.

Estas fueron: Coyolillo (*Cyperus sp.*), Botoncillo (*Melanthera sp.*), Pata de gallina (*Cynodon dactylon*) y Campanilla (*Ipomoea purpurea*) (Pitty, 1994); así mismo se identificaron los herbicidas utilizados para combatir dichas malezas: paraquat, glifosato y 2,4 D; con sus respectivas dosis.

Este ensayo se realizó en el Km 48<sup>1/2</sup> Carretera del Litoral, Santiago Nonualco, Departamento de La Paz, en el periodo de Mayo de 2012 a Agosto de 2012.

Para el establecimiento del ensayo se utilizaron los materiales siguientes:

Equipo y materiales:

- ✓ Libros y revistas
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Papel periódico
- ✓ Cinta adhesiva
- ✓ Bolsas de papel
- ✓ Marcadores
- ✓ Viñetas
- ✓ Tierra
- ✓ Bolsas de polietileno 9 \* 12 pulgadas
- ✓ Semillas y partes vegetativas de malezas identificadas
- ✓ Mochila asperjadora (18lt.)
- ✓ Herbicidas
- ✓ Papel
- ✓ Impresora
- ✓ Computadora
- ✓ Tijeras de podar
- ✓ Pala
- ✓ Rastrillo
- ✓ Azadón
- ✓ Carretilla
- ✓ Agua
- ✓ Calculadora
- ✓ Copas medidoras

La Identificación de las malezas se realizó, auxiliándose de libros, revistas, consultas a expertos e internet. Una vez identificadas las malezas y los herbicidas, según la encuesta, se estableció un ensayo experimental en condiciones de vivero, bajo un modelo experimental aleatorio simple; el cual se explica a continuación.

Tratamientos:

H0= Testigo

H1= Paraquat

H2= Glifosato

H3= 2,4-D Amina

M1=Campanilla (*Ipomoea purpurea*)

M2= Pata de Gallina (*Cynodon dactylon*)

M3= Botoncillo (*Melanthera sp*)

M4= Coyolillo (*Cyperus sp.*).

La dosis a utilizar de cada herbicida fue de 150 cm<sup>3</sup>/ bomba de 17 litros, ya que esta es la que generalmente ocupan los productores y además es la recomendable por la literatura.

Como testigo se determinó la siembra de las cuatro malezas, a las cuales no se le aplico ningún tipo de herbicida.

Establecimiento del ensayo:

Recolección y siembra de Muestras: teniendo las malezas y su forma de propagación debidamente identificadas, se realizó la recolección de material reproductivo (semilla y material vegetativo), en las parcelas de los productores, utilizando bolsas de papel (para el caso de semillas de *Ipomoea purpurea* y *Cyperus sp*) y conos de papel periódico húmedo (para las partes vegetativas de *Cynodon dactylon* y *Melanthera sp*), ambos debidamente rotulados, posteriormente se procedió al llenado de bolsas de polietileno de 9"x12" para efectuar la siembra directa de las malezas. (Figura A-4 y Figura A-5)

Dos semanas después de la siembra se observó que diferentes malezas no lograron germinar por lo cual se tomó la decisión de realizar una resiembra, con el objetivo de alcanzar un muestra homogénea, así, cuando las plantas alcanzaron una altura de 10 cm, se podaron al ras del suelo. (Figura A-6)

Montaje del experimento: Una vez sembradas las malezas, se procedió a colocar las bolsas con las malezas ya germinadas en el lugar establecido para el experimento según el diseño previsto, esto fue realizado en la primera semana de mayo de 2012. (Figura A-7)

H1 = Paraquat				H2 = Glifosato				H3 = 2,4-D			
M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4

T0= Testigo				T0= Testigo				T0= Testigo			
M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4

Entonces:

T1= H1/M1

T2= H1/M2

T3= H1/M3

T4= H1/M4

T0= H0/M1

T0= H0/M2

T0= H0/M3

T0= H0/M4

T5= H2/M1

T6= H2/M2

T7= H2/M3

T8= H2/M4

T0= H0/M1

T0= H0/M2

T0= H0/M3

T0= H0/M4

T9= H3/M1

T10= H3/M2

T11= H3/M3

T12= H3/M4

T0= H0/M1

T0= H0/M2

T0= H0/M3

T0= H0/M4

Aplicación de Tratamientos: el 18 de junio de 2012, cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 15 cm, se realizó la aplicación de los herbicidas sobre las cuatro diferentes malezas sembradas, para lo cual se utilizó una dosis de 150 ml de herbicida por bomba de 17 L, esto fue realizado con los tres herbicidas previamente mencionados. Como testigo (H0) se utilizaron las mismas malezas, las cuales no fueron aplicados con herbicida.

La variable a considerar fue el porcentaje de control de malezas, que según la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), sugiere que puede evaluarse la fitotoxicidad en los cambios que ocurren en la planta por efecto de la aplicación de un herbicida, comparándose esta con una escala (cuadro 1) que va de 0, el cual comprende un grado de control nulo o pobre, hasta 100% que corresponde a un daño grave o muerte total de la planta (excelente).

**Cuadro 1. Escala para la evaluación del porcentaje de control de malezas (PCM).**

Índice (%)	Grado de control
<b>0-40</b>	<b>Ninguno a pobre</b>
<b>41-60</b>	<b>Regular</b>
<b>61-70</b>	<b>Suficiente</b>
<b>71-80</b>	<b>Bueno</b>
<b>81-90</b>	<b>Muy bueno</b>
<b>91-100</b>	<b>Excelente</b>

Toma de Datos: las mediciones se realizaron, el mismo día de la aplicación, a las 2, 6 y 18 horas, y cada día durante los primeros 10 días del ensayo; después se realizaron mediciones a los 15 y 20 días después de la aplicación.

Los criterios a observar en la aplicación de la tabla PCM son los siguientes:

Decoloración, clorosis o amarillamiento de la hoja, marchitamiento de la planta, muerte y rebrote de la maleza. (Figuras A- 8, A-9, A-10...A-16).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis de Resultados de la Encuesta

El Municipio de Santiago Nonualco es un área productora de granos básicos y otros cultivos. Es por dicha razón, que se elaboró una encuesta para identificar los diferentes conocimientos, que los productores de maíz poseen sobre la tolerancia y/o resistencia de las malezas a los herbicidas.

#### 4.1.1 Generalidades de los productores de maíz del municipio de Santiago Nonualco

Según la encuesta realizada, el 70.6% de los productores, poseen un área de siembra menor o igual a una manzana, por lo que son considerados pequeños productores.

El 96.3% de los productores encuestados, manifestaron que utilizan algún tipo de herbicidas para el manejo de malezas en sus parcelas; de igual manera el 14.4%, aplican herbicidas desde hace veinte años y un 10% los utiliza hace diez años (Figura 1).

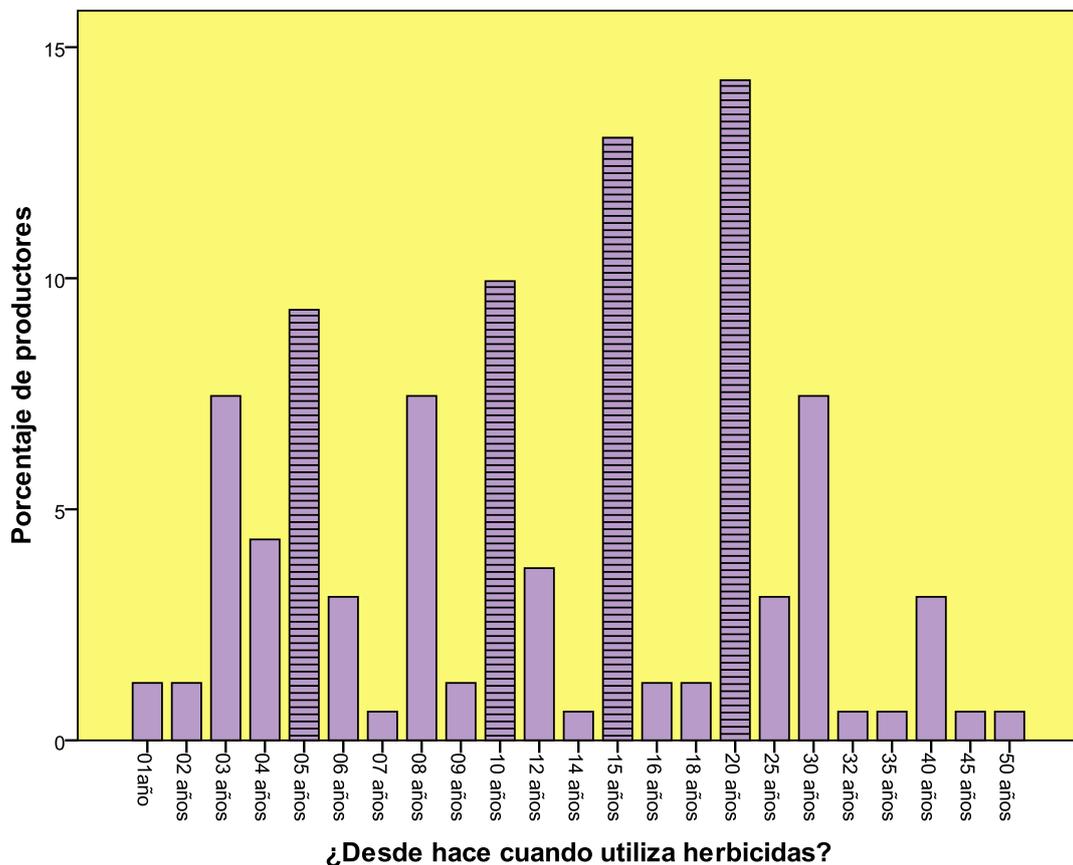


Figura 1: Historia de aplicación de herbicidas en el cultivo, según productores de Maíz.

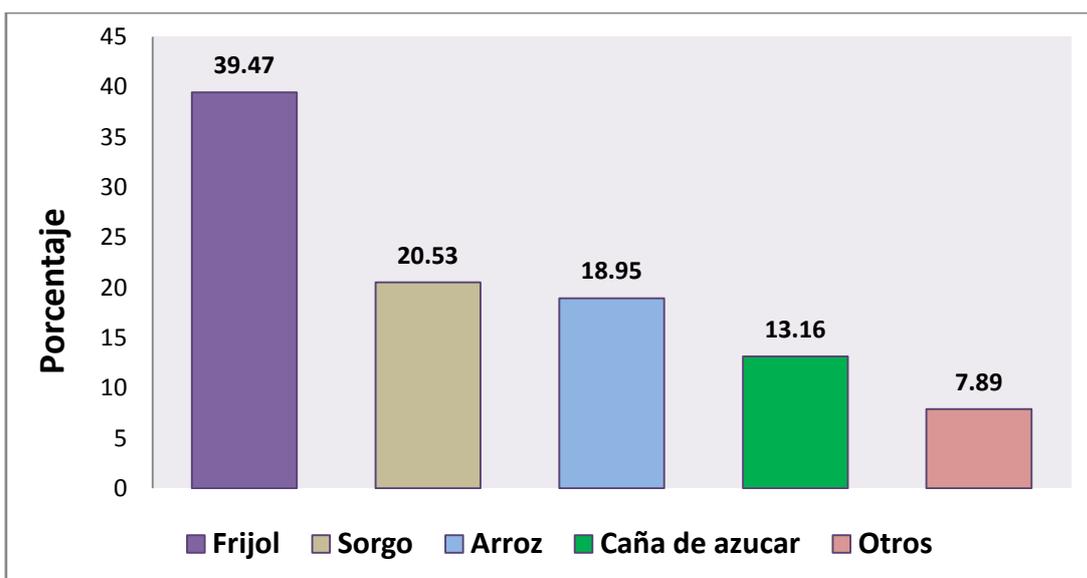
Se demostró mediante la prueba de  $\chi^2$  (cuadro 2), que existe una relación de dependencia, entre las personas que aplican herbicidas con el tiempo de aplicación de los mismos.

Lo anterior permite afirmar, que los productores han tratado desde años atrás, controlar las malezas dentro de sus parcelas; esto con el uso de herbicidas, en algunas ocasiones los han venido realizando por herencia o por cultura, por migraciones y falta de mano de obra, entre otras.

**Cuadro 2. Prueba de  $\chi^2$  entre aplicación de herbicidas con respecto al periodo de tiempo de utilización.**

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	86.465 <sup>a</sup>	23	.000
Razón de verosimilitudes	31.804	23	.104
Numero de casos válidos	160		

Con respecto a la presencia o siembra de otros cultivos, los productores de Santiago Nonualco, no solamente siembran maíz, sino que de los 160 productores encuestados el 39.47% de ellos siembran frijol, el 20.53% sorgo, 18.95% arroz y un 13.16% caña de azúcar; el resto siembra otros cultivos como yuca y pipían, respectivamente (Figura 2).



**Figura 2: Siembra de otros cultivos en la zona.**

Muchos de estos cultivos, no son utilizados simplemente para consumo de sus familias; sino que también son suministrados como alimento para animales. Esto principalmente ocurre con el cultivo del sorgo, caña de azúcar y minoritariamente con maíz.

El manejo de estos cultivos, no es muy diferente al de maíz, ya que también utilizan herbicidas para el control de malezas, y muchos de estos se vienen utilizando desde hace 20 años; teniendo también la misma problemática.

Por lo tanto se puede mencionar, que según la encuesta realizada en el municipio de Santiago Nonualco; los productores agrícolas, no poseen solamente problema de malezas resistentes o tolerantes a herbicidas en el cultivo del maíz; sino que el mismo problema se encuentra presente en los diferentes cultivos de importancia económica.

#### 4.1.2 Problemas de malezas potencialmente resistentes o tolerantes a herbicidas en la zona.

Para los agricultores el concepto de tolerancia y resistencia, les es parecido o no le encuentran diferencia alguna; por lo que la identificación de tales mecanismos es confusa.

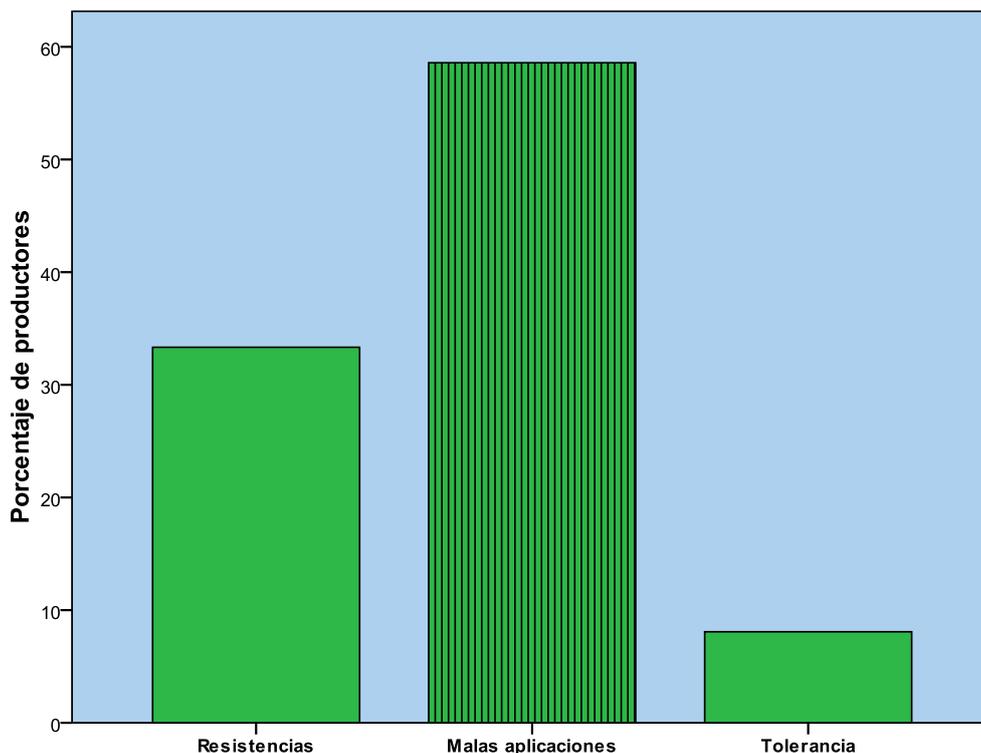
En el cuadro 3, se observa que el 91.9% de los encuestados, poseen malezas con características de resistencia o tolerancia a los herbicidas en sus terrenos.

Para la buena aplicación de los químicos, es necesario utilizar la boquilla adecuada; y para el caso de herbicidas; es necesario utilizar boquilla de cortina (abanico); pero a los productores de esta zona les es indiferente, ya que un 48.8%, utiliza la boquilla de cono, y solo el 38.8% usa la boquilla de cortina (abanico); el resto (12.4%) les es indiferente el tipo de boquilla.

**Cuadro 3. Productores que poseen en su parcela malezas con características de resistencia o tolerancia .**

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	147	91.9	91.9	91.9
No	9	5.6	5.6	97.5
No sé	4	2.5	2.5	100.0
Total	160	100.0	100.0	

Los productores que poseen malezas con características de resistencia y tolerancia, creen que estas se deben a las malas aplicaciones (58.6%), como la elección del herbicida, mala dosificación del herbicida, aplicaciones inadecuadas, baja calidad del herbicida, entre otras. Otro 33.3%, piensa que se debe a características propias de la planta (resistencia) y un 8.1%, lo adjudica al cambio que han tenido las plantas durante el tiempo llamado tolerancia (Figura 3).



**Figura 3: Causa de la resistencia de malezas a herbicidas según los agricultores.**

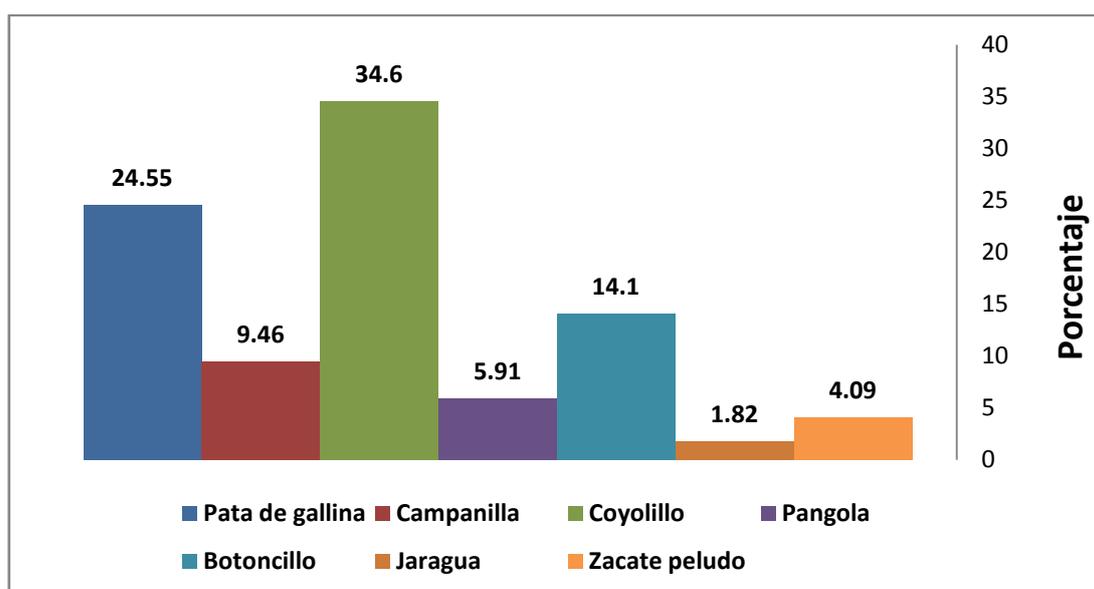
Existen otros factores relacionados con las malezas, los cuales se les adjudican características de ser resistentes o tolerantes a herbicidas. Los encuestados opinan que además de las malas aplicaciones; también existen otros factores como: las heces de los animales que propaga las semillas de las malezas, el banco de semillas en el suelo es muy grande, poca efectividad de los herbicidas; entre otras.

#### 4.1.3. Identificación de malezas principales.

Dentro de la gama de malezas mencionadas por los productores, se encuentran las de hoja ancha llamadas también montes, las malezas de hoja angosta llamadas zacates y los llamados malezas de arbustos.

Como malezas de hoja ancha sobresalen: Flor amarilla (*Melampodium divaricatum*), Coyolillo (*Cyperus sp.*), Campanilla (*Ipomoea purpurea*), Pata de gallina (*Cynodon dactylon*), Verdolaga (*Portulaca oleraceae*), Dormilona (*Mimosa pudica*), Centavito (*Stellari sp.*) y Frijolillo (*Cleome viscosa*). Malezas de hoja angosta: Arrocillo (*Echinochloa crus-galli*), Pata de gallina (*Eleusine indica*), Jaragua (*Hiparrhenia rufa*), Zacate peludo (*Paspalum panicum*), Zacate de agua (*Echinochloa colonum*), Zacate estrella (*Cynodon plectostachium*), Zacate pangola (*Digitaria decumbens*), Caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*). Arbustos: Tarara o Botoncillo (*Melanthera sp.*), Escobilla (*Sida sp.*).

Según la encuesta realizada (Figura 4), se han identificado cuatro tipo de malezas que muestran características de resistencia o tolerancia, el 34.55% de los productores, menciona que el coyolillo (*Cyperus sp.*), el 24.55% a la pata de gallina (*Cynodon dactylon*), 14.10% al botoncillo (*Melanthera sp.*) y un 9.55% a la campanilla (*Ipomoea purpurea*).



**Figura 4: Malezas más comunes en el área de estudio**

Dichas malezas se manifiestan abundantemente, según los encuestados, en la época de mayo a julio y con menos incidencia en los meses de agosto a octubre.

Una de las razones de este fenómeno es que los productores siembran al inicio de la época lluviosa (mayo), la cual, al entrar en contacto con el banco de semillas que se encuentran en el suelo, desactivan el periodo de latencia de las semillas, generando la germinación y posterior proliferación.

Otra de las razones es que en los meses de agosto a octubre no se realiza generalmente una resiembra, sino que proceden a la siembra de frijol.

4.1.4 Malezas que presentan potenciales características de resistencia o tolerancia a herbicidas.

Las malezas que presentan un mayor potencial de resistencia o tolerancia a herbicidas, en Santiago Nonualco, son los siguientes:

Maleza 1: Coyolillo (*Cyperus sp.*)

Maleza 2: Botoncillo (*Melanthera sp*)

Maleza 3: Pata de gallina (*Cynodon dactylon*)

Maleza 4: Campanilla (*Ipomoea purpurea*)

Cada maleza tiene sus propias características botánicas, fisiológicas, ecológicas; entre otras. (A-4)

4.1.5. Identificación del tipo de herbicida, dosis y mezclas.

Mediante la encuesta se observó que los productores de maíz, utilizan una diversidad de herbicidas para el control de malezas; entre los cuales se agruparon según su ingrediente activo (cuadro 4): paraquat con un 50%, glifosato con 16.26%, 2,4-D con un 15.77%, y las atrazinas con 15.27%. Estos herbicidas son utilizados mayoritariamente por tradición, otros por eficiencia, por ser económicos y en ocasiones por su nombre comercial (A-5).

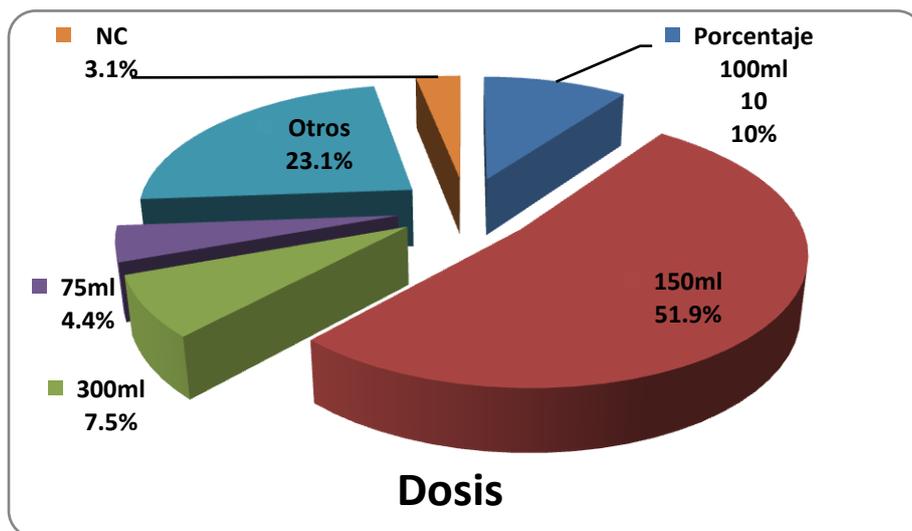
**Cuadro 4. Herbicidas utilizados frecuentemente en el cultivo del maíz.**

Herbicida	Frecuencia	Porcentaje
<b>Paraquat</b>	<b>203</b>	50 %
<b>Glifosato</b>	<b>66</b>	16.26 %
<b>Atrazina</b>	<b>62</b>	15.27 %
<b>Glufosinato</b>	<b>11</b>	2.70 %
<b>2, 4-D</b>	<b>64</b>	15.77 %

A través del análisis realizado, se constata que el 58.2% de los productores no utilizan mezclas de herbicidas en sus parcelas; mientras que el resto (41.8%) realiza algún tipo de mezclas. Existen agricultores que utilizan mezclas de hasta cuatro herbicidas con un mismo ingrediente activo; pero con diferente nombre comercial, por ejemplo

Paraquat alemán 20 SL. + Gramoxone 20 SL, o Atrazina 90WG + Gesaprim 90 WG; entre otras.; incrementando los costos en producción.

En cuanto a las dosis (Figura 5), estas se utilizan desde 25ml hasta 450ml por mochila asperjadora de 17lts. El 51.9% de los productores, utilizan la dosis de 150 ml (independientemente del herbicida) por mochila asperjadora de 18 lt; un 10% utiliza dosis de 100 ml. y un 7.5% ocupa dosis de 300 ml. por mochila asperjadora de 18 lt. El 23.1% utilizan dosis diferentes a las antes mencionadas.



**Figura 5: Dosis de herbicidas utilizadas comúnmente por los productores.**

#### 4.1.6. Impacto de la maleza en la superficie del cultivo.

Las malezas en los cultivos suelen causar grandes impactos, tanto económicos como ambientales. Los productores mencionan que el mayor impacto se debe a la disminución en el rendimiento del cultivo por la competencia de nutrientes, luz y espacio causadas por la maleza, que impide el crecimiento normal del mismo.

Del total de productores encuestados, manifestaron contar con malezas en sus cultivos, el 68.8% mencionó encontrar las malezas de forma extendida en todo su terreno, mientras el 30.6% se presenta de forma localizada.

Las malezas localizadas se encuentran comúnmente en aquellas tierras con pendientes pronunciadas, terrenos húmedos con encharcamientos; terrenos con sombras, entre otras.

Se puede analizar que los productores que cuentan con este problema extendido en todo su terreno, tienden a elevar sus costos de producción, ya que dichas malezas impiden el crecimiento del cultivo.

#### 4.1.7. Asesoría y asistencia técnica para reducir el impacto de la maleza en la zona.

El resultado del estudio revela que el 75.6% de productores, no reciben asistencia técnica, ni capacitaciones de organizaciones agrícolas; que les brinde el conocimiento sobre el manejo y la aplicación adecuada de los agroquímicos en general, por lo cual la mayoría se basa en sus conocimientos y tradiciones; mientras el resto (24.4%) de productores mencionaron haber recibido capacitaciones o asistencia sobre la aplicación de los químicos, y que dichas asistencias habrían sido realizadas por CENTA o por los agroservicios donde ellos realizan la compra de sus productos químicos.

Mediante el estudio se observó, que no existe una relación estrecha entre opinión de las personas que piensan que las malas aplicaciones de los herbicidas causan algún grado de resistencia o tolerancia a las malezas; y los productores que recibieron o no algún tipo de capacitación, por lo que se puede asegurar, según la prueba de  $\chi^2$ , estas son totalmente independientes, ya que las capacitaciones o asistencias recibidas no son un factor incidente, en la creencia de que las malas aplicaciones de los herbicidas causan resistencia o tolerancia a las malezas.(Cuadro 5).

**Cuadro 5. Prueba de  $\chi^2$  entre las personas que piensan que las malas aplicaciones y la falta de capacitación inciden en la resistencia y/o tolerancia de las malezas.**

	Valor	gl	Sig. Asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1.970 <sup>a</sup>	6	.922
Razón de verosimilitudes	1.977	6	.922
Asociación lineal por lineal	.784	1	.376
N de casos válidos	160		

Por otro lado, se observó que el 69.3% de los productores de maíz poseen una idea sobre el manejo de malezas, entre estas se citan: alimentación de ganado, corte de malezas y rastrojos para desintegración en el suelo, quema de rastrojos, utilización de herbicidas, chapoda entre otras; mientras el resto de los productores manifiestan que generalmente no realizan ninguna de estas medidas para el manejo de malezas.

Así también el 81.9 % de los encuestados, comentaron que para ellos las malezas resistentes o tolerantes a los herbicidas, dentro de sus parcelas, representan un grave problema; mientras que para el 16.3%, esto no presenta ningún tipo de consecuencias en sus parcelas.

Las explicaciones más comunes mencionadas por los agricultores sobre los problemas causados son: menor producción, aumento de costos de producción, competitividad entre la maleza y el maíz; proliferación de insectos y enfermedades en el cultivo, entre otras.

El análisis estadístico de prueba de análisis de contingencia (Cuadro 6), indica que no existe dependencia entre la opinión de los productores que afirman contar con malezas en su parcela y aquellos que creen que estas malezas son muy dañinas para su cultivo, ya que si existen malezas en los cultivos, estas siempre causaran un daño en la parcela y el cultivo.

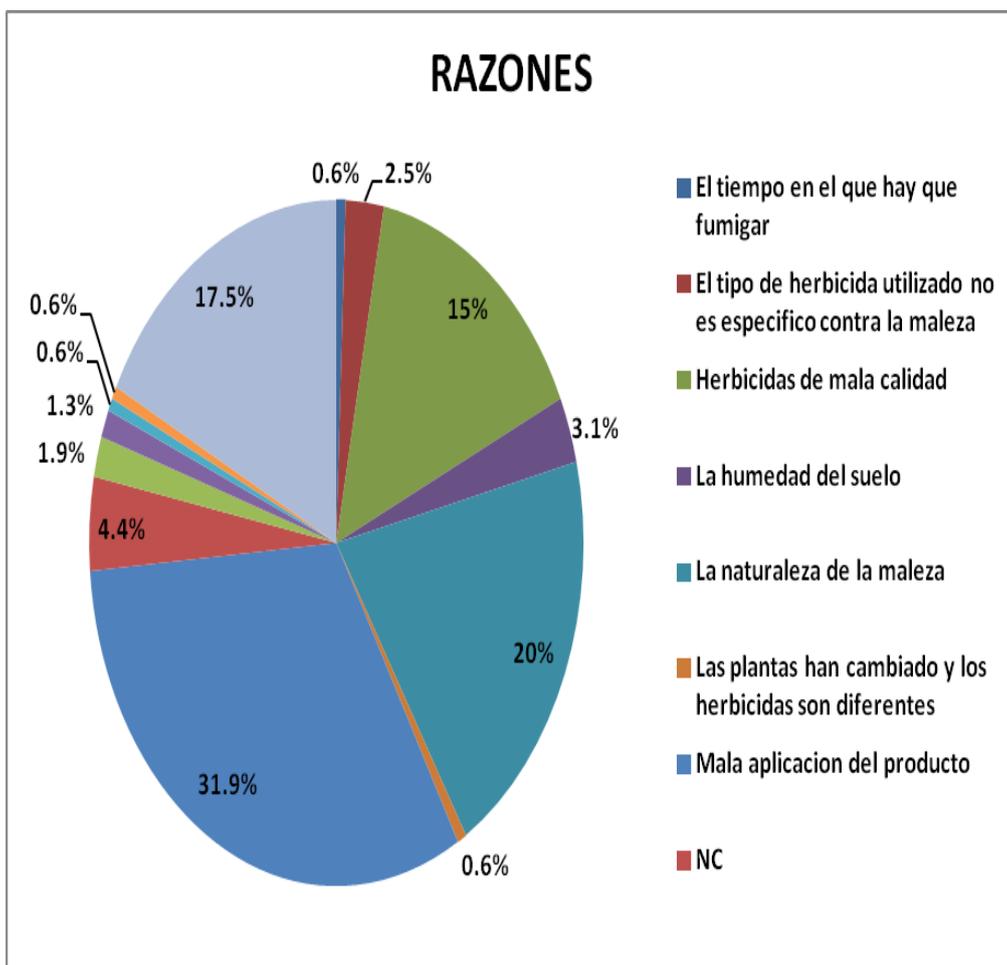
**Cuadro 6. Prueba de  $\chi^2$  entre la opinión de las personas que cuentan con malezas en su cultivo con los que creen que las malezas son dañinas para su cultivo.**

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1.343 <sup>a</sup>	4	.854
Razón de verosimilitudes	2.242	4	.691
Asociación lineal por lineal	1.250	1	.264
N de casos válidos	160		

El cuadro 6, corrobora cuando el 31.9% de los productores encuestados, creen que la existencia de malezas, que son resistentes o tolerantes a herbicidas en sus parcelas, es por la mala utilización del herbicida, y a otros factores como: elección errónea del herbicida, dosis mal utilizadas, mezclas mal realizadas, mala calibración de la bomba, tiempo atmosférico extremos al ser aplicado el herbicida. Lo antes citado da origen a

que se piense que estas malezas no son tolerantes, sino que han creado resistencia, por las malas prácticas agrícolas que se tienen en la zona.

El 20% de los productores creen que las características de resistencia y tolerancia son de origen natural, que se debe a la evolución de las malezas ante la saturación de químicos en el suelo y las plantas, lo que las ha convertido en plantas más tolerantes y fuertes, capaces de soportar dosis más elevadas de herbicidas. Un 17.5% afirma que esto se debe a que hay demasiada semilla en el suelo y otros más dicen que esto se debe a herbicidas de mala calidad (Figura 6).



**Figura 6: Razones por la cual los productores creen que las malezas poseen características de resistencia y tolerancia.**

## **4.2 Evaluación del porcentaje de control de malezas, según herbicidas y dosis reflejadas a través de la encuesta.**

Como se ha citado anteriormente, el maíz es el cultivo más importante del país, su importancia no solo se limita al aspecto económico, sino que también al aspecto cultural, y sobre todo al nutricional, tanto en humanos como en los animales.

Esta investigación se realizó en Santiago Nonualco, Departamento de La Paz; en el periodo de Mayo a Junio, siendo en este último mes, el comienzo de la evaluación de las malezas. Para esto se contó con una herramienta visual, de la escala de evaluación de porcentaje de control de malezas (PCM); con lo cual se evalúa visualmente los síntomas de clorosis y marchitez que se presenta en las malezas.

Estas escalas fueron creadas por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). En el proceso se realizaron varias observaciones para cada escala; en los periodos de: 2, 6, 18 y 24 horas después de haber aplicado el herbicida, y posteriormente se realizaron observaciones diarias durante diez días, y las últimas dos últimas medidas cada cinco días; hasta completar un ciclo de maleza de 20 días.

Esta medida visual, es la que genera la información por medio de las tablas de ALAM, del grado de control de los herbicidas sobre las malezas.

Las malezas evaluadas fueron:

Maleza 1: Coyolillo (*Cyperus sp.*)

Maleza 2: Botoncillo (*Melanthera sp.*)

Maleza 3: Pata de gallina (*Cynodon dactylon*)

Maleza 4: Campanilla (*Ipomoea purpurea*)

## **4.3 Análisis de resultados según la escala para la evaluación del porcentaje de control de malezas (PCM).**

4.3.1 Comportamiento de la maleza Coyolillo (*Cyperus sp.*) a las aplicaciones de los herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D amina a dosis de 150ml/18lt.

En la Figura 7, se observa el comportamiento de la maleza Coyolillo (*Cyperus sp.*) en diversos tiempos, después la aplicación del herbicida paraquat. Según la escala que mide el porcentaje de control (Cuadro 7) se observa que la maleza reacciona de forma inmediata al efecto del herbicida paraquat, cuyo efecto se presenta a las dos horas después de la aplicación y se incrementa hasta un 65% al tercer y cuarto días respectivamente.

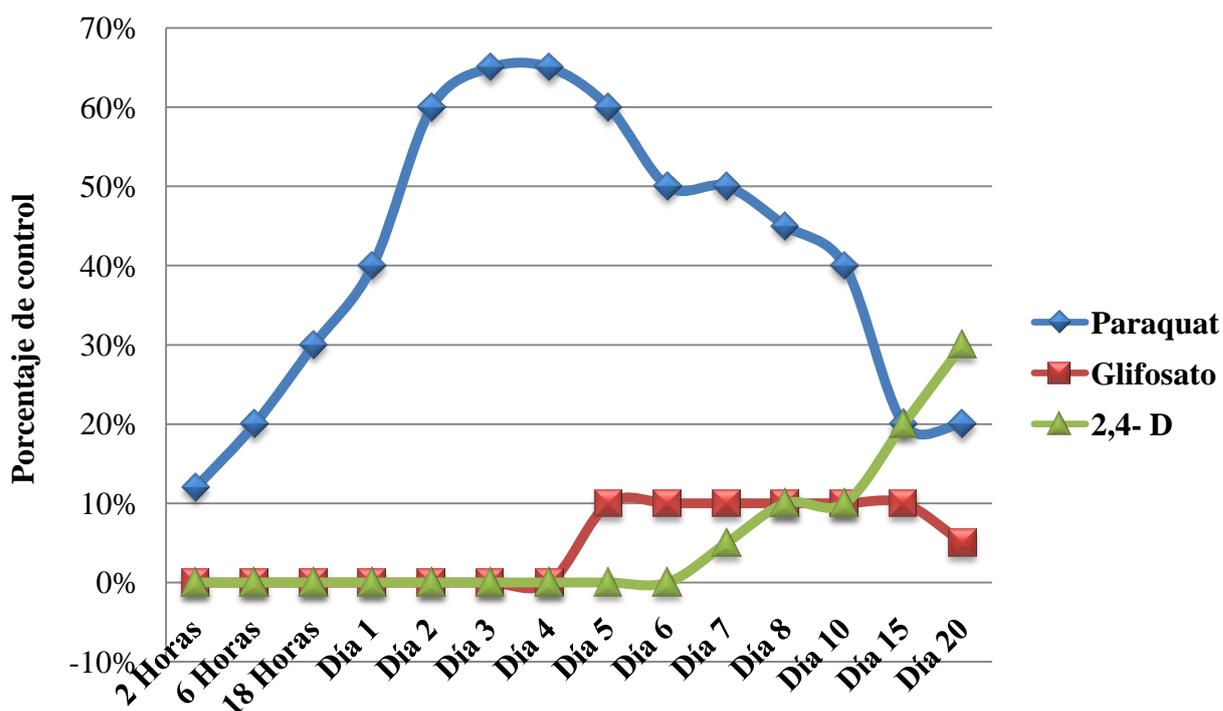


Figura 7: Comportamiento del control de Coyolillo (*Cyperus sp.*) a la aplicación de los herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D.

Cuadro 7. Comportamiento del control de Coyolillo (*Cyperus sp.*) a la aplicación de los herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D amina.

Tiempo	Paraquat	Glifosato	2,4- D
<b>2 Horas</b>	12%	0%	0%
<b>6 Horas</b>	20%	0%	0%
<b>18 Horas</b>	30%	0%	0%
<b>Día 1</b>	40%	0%	0%
<b>Día 2</b>	60%	0%	0%
<b>Día 3</b>	65%	0%	0%
<b>Día 4</b>	65%	0%	0%
<b>Día 5</b>	60%	10%	0%
<b>Día 6</b>	50%	10%	0%
<b>Día 7</b>	50%	10%	5%
<b>Día 8</b>	45%	10%	10%
<b>Día 10</b>	40%	10%	10%
<b>Día 15</b>	20%	10%	20%
<b>Día 20</b>	20%	5%	30%

Al aplicar el herbicida paraquat, este comienza hacer efecto sobre el **Cyperus sp.** (Día 2 a día 5); pero se observa un declive de control a partir de día seis, Este efecto inmediato del herbicida paraquat, es lo que posiblemente hace pensar a los agricultores que existe resistencia o tolerancia de la planta. Es preciso recordar que el paraquat es un herbicida de contacto, fácilmente degradable con la luz solar y que no se trasloca en la planta.

Según la escala de ALAM, puede afirmarse que el herbicida paraquat alcanzó un porcentaje de control suficiente sobre la maleza Coyolillo, el problema radica en que dicho control no es sostenido en el tiempo llegando a ser de regular a muy pobre después del día 10 de su aplicación.

Mientras que en los herbicidas sistémicos (glifosato), se vio un control deficiente o pobre, y en el caso del herbicida hormonal (2,4-D); comienza a tener un control a los seis días de haberse aplicado, pero de igual forma hasta el día veinte su efecto no disminuye la agresividad de la maleza.

Esta maleza posee características como son la de poseer raíz fibrosa que se desarrolla a partir de tallos subterráneos largos, delgados, con rizomas estoloniformes delgados que producen numerosas cadenas de tubérculos ovales y esféricos y raíces que pueden desarrollarse hasta 1.5 m de profundidad del suelo; pero la mayoría de tubérculos se concentran en los primeros 20 cm.

Los bulbos o tubérculos tienen capacidad para brotar a profundidades hasta de 0.90 m. La producción de un tubérculo a partir de otro tarda 25 días; a los 120 días el número producido puede llegar a 250 y en dos años a 10 millones.

Por estas características se puede asegurar que para esta maleza, no hay un control efectivo, por lo cual estamos ante una posible maleza que posea potenciales características de resistencia o tolerancia.

Los datos en el cuadro 7, indican que esta maleza manifiesta un potencial de resistencia, por características propias y no por malas aplicaciones, lo cual se relaciona con su anatomía y fisiología, la cual la hace muy resistente a herbicidas que son utilizados en la zona y con el paso del tiempo, puede llegar a ser potencialmente tolerante.

4.3.2 Comportamiento de la maleza Botoncillo (*Melanthera sp.*) a las aplicaciones de los herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D amina a dosis de 150ml/18lt.

El cuadro 8 y la figura 8, muestran que esta es una planta que es completamente manejable con cualquiera de los tres herbicidas, sea este de contacto (paraquat), sistémicos (glifosato) y hormonales (2,4 D).

Todos los herbicidas, comienzan hacer su efecto en horas después de la aplicación, aunque el herbicida de contacto (paraquat), es el más efectivo en menor tiempo, todos los herbicidas producen efectos supresivos hasta la eliminación de la maleza. Entre los 2 y 6 días se alcanza un porcentaje de control (62% o más) suficiente para disminuir su presencia.

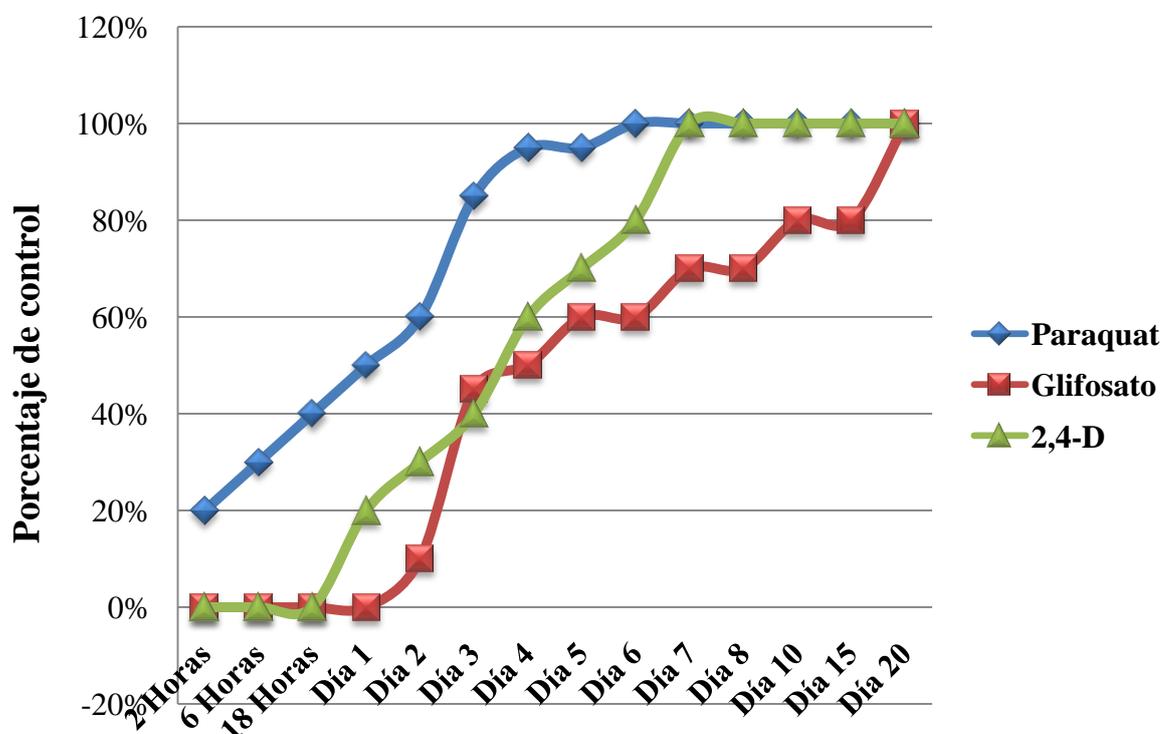


Figura 8: Comportamiento del Botoncillo (*Melanthera sp.*) a la aplicación de los herbicidas paraquat, glifosato y 2.4-D.

**Cuadro 8. Comportamiento del Botoncillo (*Melanthera sp*) a paraquat, glifosato y 2,4-D amina.**

	Paraquat	Glifosato	2,4-D
2 Horas	20%	0%	0%
6 Horas	30%	0%	0%
18 Horas	40%	0%	0%
Día 1	50%	0%	20%
Día 2	60%	10%	30%
Día 3	85%	45%	40%
Día 4	95%	50%	60%
Día 5	95%	60%	70%
Día 6	100%	60%	80%
Día 7	100%	70%	100%
Día 8	100%	70%	100%
Día 10	100%	80%	100%
Día 15	100%	80%	100%
Día 20	100%	100%	100%

Los resultados muestran que la *Melanthera sp.*, es una maleza de fácil control, y que en el municipio de Santiago Nonualco causa problema, esto puede ser, porque los productores han de estar realizando una mala dosificación y aplicación de los herbicidas.

Otra de las posibles causas de que se considere maleza resistente y/o tolerante, es a la fácil propagación de esta; ya que si la planta cumple su ciclo de reproducción, ésta se propaga por sus semillas que son muy livianas y de fácil transporte por el viento.

#### 4.3.3 Comportamiento de la maleza Pata de Gallina (*Cynodon dactylon*) a las aplicaciones de los herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D amina.

El cuadro 9 y la figura 9, muestran el control que tienen los tres diferentes herbicidas en la maleza Pata de Gallina (*Cynodon dactylon*). El herbicida de contacto (paraquat), realiza un control instantáneamente, ya que a las dos horas este ya ejerce un 40% de acción, pero no es hasta el día tres, que este llega a su punto máximo de control, donde se ha controlado a un 90% la maleza, siendo esta constante hasta los veinte días.

Por lo cual se puede decir que el herbicida de contacto (paraquat), realiza un excelente efecto sobre la maleza.

En el caso del herbicida sistémico (glifosato), comienza hacer efecto entre el día uno y el día dos, siendo el día siete al día diez el punto mas alto en control de la maleza con un 90% de supresión. Por lo cual también se puede afirmar que esta maleza es muy susceptible al herbicida sistémico (glifosato).

Mientras que el herbicida hormonal (2,4-D), no produce efecto significativo sobre la maleza, ya que este, es un herbicida específico para malezas de hoja ancha, por lo cual estamos; ante un problema de mal manejo, que de potencialidad de resistencia o tolerancia, es por ello que el punto máximo de control se encuentra en los días seis y siete, con un 20% de control sobre el *Cynodon dactylon*, lo cual tiene un control pobre sobre la maleza.

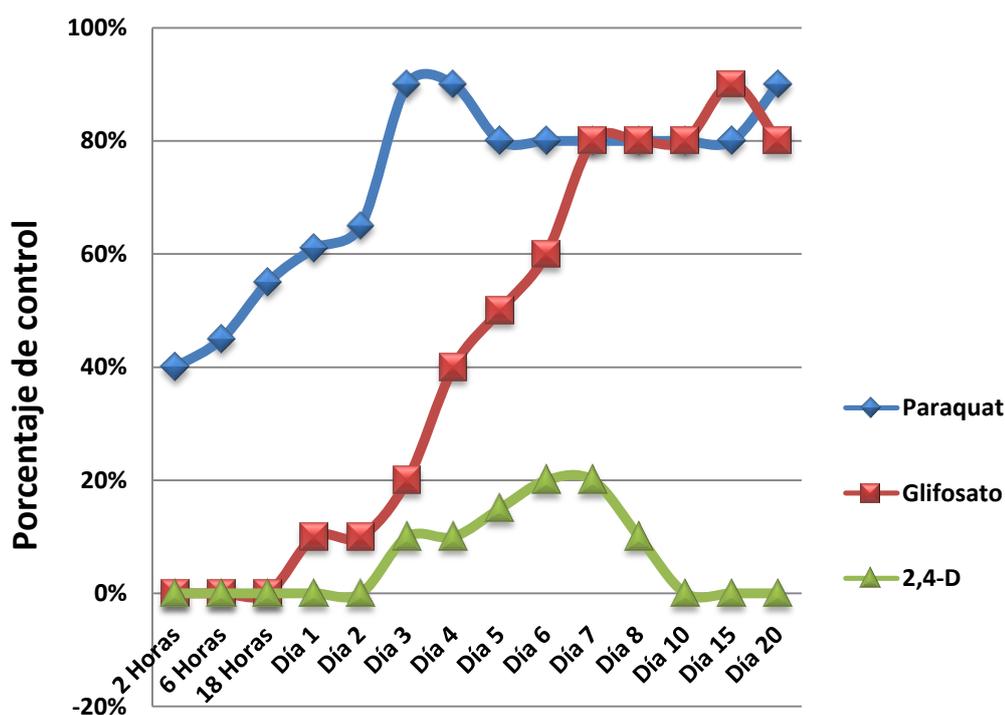


Figura 9: Comportamiento de la maleza Pata de Gallina (*Cynodon dactylon*) a la aplicación de herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D.

**Cuadro 9. Comportamiento de la maleza Pata de gallina (*Cynodon dactylon*) a los herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D amina.**

Tiempo	Paraquat	Glifosato	2,4-D
<b>2 Horas</b>	40%	0%	0%
<b>6 Horas</b>	45%	0%	0%
<b>18 Horas</b>	55%	0%	0%
<b>Día 1</b>	61%	10%	0%
<b>Día 2</b>	65%	10%	0%
<b>Día 3</b>	90%	20%	10%
<b>Día 4</b>	90%	40%	10%
<b>Día 5</b>	80%	50%	15%
<b>Día 6</b>	80%	60%	20%
<b>Día 7</b>	80%	80%	20%
<b>Día 8</b>	80%	80%	10%
<b>Día 10</b>	80%	80%	0%
<b>Día 15</b>	80%	90%	0%
<b>Día 20</b>	90%	80%	0%

Se puede decir que esta maleza puede llegar hacer un problema, cuando se utiliza un herbicida hormonal (2,4-D), ya que este no produce algún efecto en esta planta, también no hay que dejar que este se produzca no solamente en su ciclo reproductivo sino en sus estolones y rizomas.

#### 4.3.4 Comportamiento de la Campanilla (*Ipomoea purpurea*) a las aplicaciones de los herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D amina a dosis de 150ml/18lt.

En el cuadro 10 y Figura 10, se muestran los datos de tres herbicidas sobre el comportamiento de la Campanilla, donde el herbicida de contacto (paraquat), comienza hacer su efecto inmediatamente, desde las dos horas de haberlo aplicado hasta los veinte días de su aplicación; siendo su control máximo en el día cuatro donde la planta está prácticamente muerta.

Pero al observar los días siete al día veinte, este control disminuye a 60-70, esto puede dar indicios que nos encontremos ante una planta con características de tolerancia al paraquat.

### Comportamiento del Ipomoea purpurea (Campanilla)

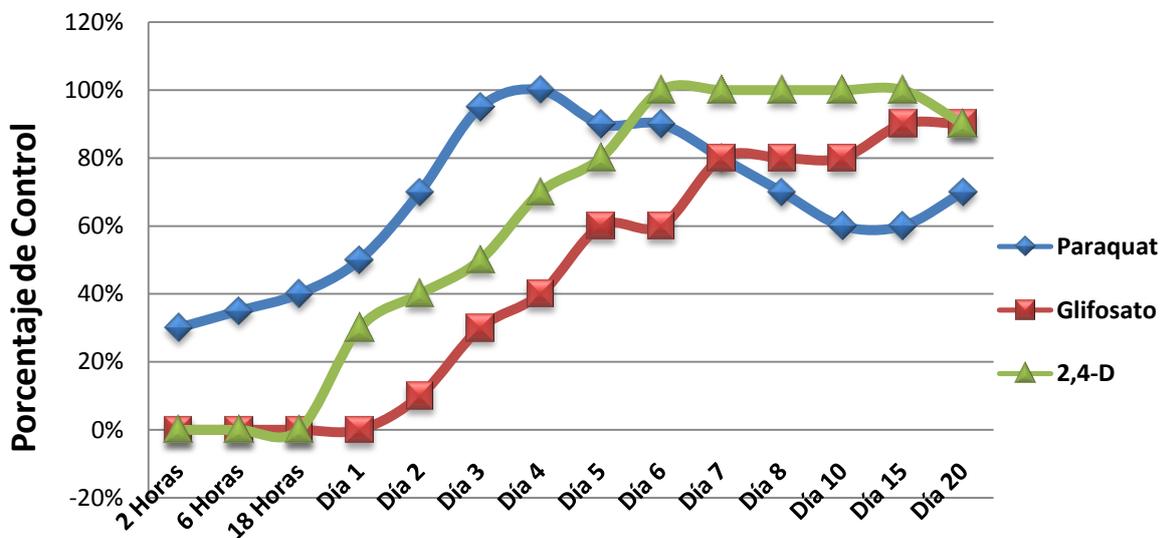


Figura 10: Comportamiento de la Campanilla (*Ipomoea purpurea*) a la aplicación de Herbicidas paraquat, glifosato y 2,4- D amina

Cuadro 10. Comportamiento del la Campanilla (*Ipomoea purpurea*) a herbicidas paraquat, glifosato y 2,4-D amina.

Tiempo	Paraquat	Glifosato	2,4-D
2 Horas	30%	0%	0%
6 Horas	35%	0%	0%
18 Horas	40%	0%	0%
Día 1	50%	0%	30%
Día 2	70%	10%	40%
Día 3	95%	30%	50%
Día 4	100%	40%	70%
Día 5	90%	60%	80%
Día 6	90%	60%	100%
Día 7	80%	80%	100%
Día 8	70%	80%	100%
Día 10	60%	80%	100%
Día 15	60%	90%	100%
Día 20	70%	90%	90%

En la aplicación de herbicida sistémico (glifosato), es un efecto positivo hacia el alza, este comienza desde el día dos hasta el veinte, siendo en este último el punto máximo de control con un 90%. Este tipo de herbicidas, realiza un excelente control en la campanilla (*Ipomoea purpurea*). El porcentaje de control de la maleza es suficiente cuando se llega al 60%, y excelente cuando se alcanza un 90- 100%; dicho control se inicia a partir del día 5 y se incrementa paulatinamente hasta lograr un control excelente.

El herbicida hormonal (2,4-D), realiza un efecto similar que el sistémico, ya que ejercen un efecto supresivo sobre la maleza, comenzando su acción en el día uno en adelante, manteniendo una tendencia al control total de la maleza, como se puede observar en la grafica, el día veinte hay un control del 90% sobre la maleza.

Esta maleza representa un grave problema, cuando se deja que cumpla su ciclo reproductivo, ya que además de competir por nutrientes y espacio, también hace más difícil las labores de recolección o producción. Es peor aún cuando se deja de dar mantenimiento al cultivo, es aquí donde la maleza adquiere fuerza y se vuelve agresiva, envolviendo al cultivo del maíz.

#### **4.3.5 Discusión general**

Puede reflexionarse, sobre el hecho de que las malezas son uno de los factores más importante en la pérdida de producción de alimentos, esto concuerda en los resultados de las encuestas, ya que los productores mencionan que para ellos; contar con malezas, implica en disminución del rendimiento del maíz; por lo cual se aumentan los costos de producción, ya que utilizan más mano de obra, mayor utilización de herbicidas, mayor reforzamiento en la utilización de abonos; entre otros. Los productores concuerdan con lo que menciona Alemán (2004); cuando asevera que la competencia por recursos (luz, agua, nutrientes, dióxido de carbono, oxígeno); es la mejor forma, para explicar la mayoría de los efectos entre asociaciones de plantas con ciclo de vida cortos, que crecen en campos cultivados (cultivos y malezas).

A través del estudio realizado, se corroboró el uso de los herbicidas por los productores de Santiago Nonualco, desde hace más de veinte años; ya que esto les facilita el trabajo. De igual manera, manifiestan que esto no solamente es una actividad agrícola, sino que es heredada de sus padres o abuelos.

Sin embargo dentro de las malas prácticas agrícolas se encuentran: la utilización errónea de los herbicidas, estas se deben a la mala aplicación del herbicidas, en dosis, hora de aplicación, equipo con el que se aplica, mezcla inadecuada; entre otras. Todo esto se debe a que no existen organizaciones que orienten y capaciten, para el buen manejo y uso de los herbicidas. Los productores manifiestan que la única información, la obtienen de otros productores o de los agroservicios de la zona.

Otro aspecto, es que para los productores, no les es importante si el herbicida es de contacto o sistémico; ellos mencionan que el interés del herbicida es que les controle las malezas. La gama de herbicidas utilizados por los productores, varían entre sistémicos, contacto y hormonales. Los herbicidas que los productores de maíz de la zona utilizan con más frecuencia son los siguientes: Herbicida de contacto paraquat, herbicida hormonal a base de 2-4D y el herbicida sistémico glifosato, aspectos que coinciden con los conceptos establecidos por De la Cruz (1996).

Papa (2004), Define a las malezas resistentes y malezas tolerantes, pero para los productores de Santiago Nonualco, son indiferentes las dos definiciones; ya que para ellos la resistencia la asocian con tolerancia o viceversa. A la vez mencionan que las malezas mas problemáticas son: Campanilla (*Ipomoea purpurea*); Pata de Gallina (*Cynodon dactylon*); Botoncillo (*Melanthera sp*) y Coyolillo (*Cyperus sp.*); siendo esta última la más problemática, ya que posee cadena de propágulos, que hacen más difícil el control de esta ciperácea.

El *Cyperus sp.*, es una planta con características de raíz fibrosa, que se desarrollan a partir de tallos subterráneos largos, delgados y con rizomas estoloniformes delgados, que producen numerosas cadenas de tubérculos ovales y esféricos (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Según los productores encuestados, esta es una de las malezas que presenta una gran resistencia o tolerancia a los herbicidas: paraquat, glifosato y 2,4-D. Para este caso, las empresas distribuidoras mediante estudios previamente realizados, aseguran que dichos herbicidas controlan efectivamente esta maleza, lo que contradice los resultados que se obtuvieron en el presente estudio, ya que el paraquat a través de la escala para la evaluación del porcentaje de control de malezas (PCM) muestra el mayor control de la maleza con un 60% (regular), mientras que el 2,4-D presenta un control del 30% (pobre) a los 20 días de aplicado el herbicida; en cuanto al glifosato no presentó control sobre la maleza durante los 20 días de observación.

En el caso de ***Cynodon dactylon***, según los resultados obtenidos en el estudio, esta no es una maleza que presente resistencia o tolerancia a herbicidas; ya que a pesar de ser mencionada por los productores, esta es controlada por los herbicidas paraquat y glifosato con un 80% a 100% (excelente) de efectividad según la escala de evaluación del porcentaje de control de malezas (PCM). Mientras que el 2,4-D presenta un porcentaje de control de 20%, debido a su característica de selectividad, es un herbicida que no controla ningún tipo de malezas de hoja angosta (gramíneas).

Según los resultados obtenidos se puede observar que las malezas: ***Ipomoea purpurea*** y ***Melanthera sp***, no son resistentes o tolerantes a herbicidas, ya que logran ser controladas por los tres herbicidas en estudio (paraquat, glifosato y 2,4-D), ambas son malezas de hoja ancha, con raíces pivotantes y poco profundas (Gómez, 1995).

## V. CONCLUSIONES

Basados en los resultados obtenidos, la hipótesis y los objetivos planteados en la presente investigación y en la búsqueda de contribuir con el entendimiento de la problemática de las malezas en el cultivo del maíz, en el municipio de Santiago Nonualco; puede concluirse que:

- Las malezas más comunes en el municipio de Santiago Nonualco son:  
Malezas de hoja ancha sobresalen: Flor amarilla (*Melampodium divaricatum*), Campanilla (*Ipomoea purpurea*), Pata de gallina (*Cynodon dactylon*), Verdolaga (*Portulaca oleraceae*), Dormilona (*Mimosa pudica*), Centavito (*Stellari sp.*) y Frijolillo (*Cleome viscosa*).
- Malezas de hoja angosta: Arrocillo (*Echinochloa crus-galli*), Pata de gallina (*Eleusine indica*), Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), Zacate peludo (*Paspalum panicum*), Zacate de agua (*Echinochloa colonum*), Zacate estrella (*Cynodon plectostachium*), Zacate pangola (*Digitaria decumbens*), Caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*).

Ciperaceas: Coyolillo (*Cyperus sp.*)

Arbustos: Tarara o Botoncillo (*Melanthera sp.*), Escobilla (*Sida sp.*)

- Los herbicidas que los productores de maíz de la zona utilizan con más frecuencia son: el herbicida de contacto paraquat, herbicida hormonal a base de 2,4-D y el herbicida sistémico glifosato en las dosis de 150cm/bomba de 18 lt; para cada herbicida.
- Según el porcentaje de control de malezas, se puede concluir que el Coyolillo (*Cyperus sp.*) es potencialmente resistente a los herbicidas, ya que al aplicar el herbicida de contacto (paraquat), por un periodo de 20 días, este presenta un mayor control dentro de los 4 y 5 días, logrando un daño en la maleza de un 60%, pero este disminuye significativamente al día 20 hasta llegar a un 20% de daño.
- Para los productores de maíz de Santiago Nonualco, es indistinto el término de resistencia o tolerancia ya que ellos entienden como: la capacidad que poseen las malezas de sobrevivir a la aplicación de herbicidas.

- La reacción del ***Cyperus sp.*** al utilizar glifosato esta permanece sin efecto, demostrando que la maleza logra sobrevivir a la aplicación aun utilizando la dosis recomendada, lo cual indica que la maleza presenta un 90% de potencial de resistencia al glifosato. De igual manera al aplicar el 2-4D, la maleza comienza a presentar un marchitamiento del 30% (poco significativo) en el día 20.
- La maleza, pata de gallina (***Cynodon dactylon***), es controlada eficientemente por los herbicidas paraquat y glifosato; mientras que el 2,4-D presenta un grado de control pobre, ya que dicha herbicida no es recomendado para control de malezas de hoja angosta.
- Para las malezas Campanilla (***Ipomoea purpurea***) y Botoncillo (***Melanthera sp.***), los herbicidas utilizados controlan el crecimiento de la maleza, lo que indica que la planta no presenta características de potencial de resistencia o tolerantes al uso de los mismos.

#### IV. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda efectuar un seguimiento minucioso al estudio de la maleza Coyolillo (***Cyperus sp.***), mediante la realización de pruebas fisiológicas, químicas, moleculares, de toxicidad, entre otras; que determinen las causas de la presencia de resistencia presentada por esta maleza a los herbicidas.
- ✓ Es recomendable la utilización correcta de los herbicidas, tomando en cuenta el uso de boquilla apropiada, las dosis, modo de acción, tipo de malezas que se desean controlar, mezclas a realizar, Ph del agua, calibración del equipo de fumigación; entre otras.
- ✓ Se recomienda para las malezas campanilla (***Ipomoea purpurea***), pata de gallina (***Cynodon dactylon***) y botoncillo (***Melanthera sp.***), realizar control antes de llegar a su fase de floración, evitando una formación de banco de semilla en el suelo, ya que estas son de muy fácil propagación por semilla.
- ✓ Se recomienda mejorar la capacitación brindada por los distribuidores de agroquímicos a los productores de la zona, sobre el uso y forma de aplicación de los mismos, para evitar el sobre uso de los mismos. Y a su vez que el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Centro nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA), y otras organizaciones; se involucren con la educación ambiental de los productores de la zona implementando el manejo integrado de plagas (MIP), para el desarrollo de buenas prácticas agrícolas.

#### IV. BIBLIOGRAFIA

Alán, E. 1995. Elementos para el manejo de malezas en agroecosistemas tropicales: el manejo de malezas. 1ed. Cartago, CR. Tecnológica. 55p.

Alemán, F. 1991. Manejo de Malezas, concepto, origen, características y clasificación de las malezas. 1 ed. Managua, NI. NUFFIC. 6p.

\_\_\_\_\_ 2004. Manejo de arvenses en el trópico: competencia malezas cultivos. 2ed. Managua, NI. IMPRIMATUR. 54p.

Ashton, F.M; Crafts, A. S.1981. Mode of action of herbicides. 2ed. John Wiley & Sons. New york. US.525p.

Barker, E.E., 1997.- Estudio de la herencia del mañana (*Ipomoea purpurea* L. Roth), Departamento de crianza de plantas. S.L., 392 (60): 5-37.

Bayer. 2008. Cultivos: Problemas (malezas). Lima, PE. Bayer CropScience. Consultado 24 dic. 2012. (en línea). Disponible en: <http://www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx?articulo=603>

Cárdenas, J. 1972. Malezas Tropicales. Bogota, CO. Italgraf. 1p.

CAMAGRO (Cámara de Comercio Agropecuaria, BR). 1986. herbicidas orgánicos: fundamentos químicos – estructurales. 1ed. Sao Paulo, BR. Manole. 17p.

CASAFE (Cámara de Sanidad y Fertilizantes, AR). s.f. Herbicidas: Generalidades (en línea). Buenos Aires, AR. Croplife. Consultado 26 May.2011. Disponible en: [www.casafe.org/usep/herbicidas.pdf](http://www.casafe.org/usep/herbicidas.pdf).

CATIE(Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del maíz: Introducción al manejo integrado de plagas. Turrialba, CR. CATIE. 1p. (Serie Informe técnico N° 152).

Domínguez Valenzuela, J.A. 2010. Resistencia de plantas a herbicidas: mecanismos de resistencias de malezas a herbicidas. 1ed. Chapingo, MX. 48p.

De La Cruz, R. 1996. Manejo de malezas en leguminosas y hortalizas: Métodos de Uso. (en línea). s.l. FAO. Consultado 28 May.2011. Disponible en: [www.fao.org/docrep/t11475/t114750i.htm](http://www.fao.org/docrep/t11475/t114750i.htm).

Duwest. 2004. Paraquat criollo 20 SL: Recomendaciones de Uso. s.e. Guatemala, GU. Duwest. 1 p.

Galetto, L. y Bernardello, G., 2004.- Nectarios Florales, dinámica de la producción de néctar y la composición química de 6 especies de *Ipomoea* (Convolvulaceae). s.l. 94: 269-280.

Gómez, J. 1995. Cultivo de caña en la zona azucarera de Colombia: Control de maleza. Cali, CO.143p.

Gómez, A.; Rivera, H. 1987. Descripción de Malezas en Plantaciones de Café: *Melanthera nivea* (L.) Small. Bogota, CO. Carvajal. 192 p.

Guillot, O.D., 2006. *Ipomoea nil* (L.) Roth e *Ipomoea hederacea* (L.) dos especies invasoras nuevas para la flora valenciana. Jardín Botánico Universidad de Valencia, ES. *Acta Botánica Malacitana*, 31: 153-156.

Jurgens, G. 1975. Curso Básico sobre Control de Malezas en Republica Dominicana: Generalidades. Eschborn, AL. GTZ. 7p.

Klingman, G. & F. Ashton. 1980. Estudio de plantas nocivas. Principios y prácticas. Limusa. México D.F, MX.366p.

MINEC (Ministerio de Economía, SV). 2007. Resultados Oficiales de los Censos Nacionales VI de Población y V de Vivienda: Caracterización del Municipio de Santiago Nonualco, departamento de la Paz. MINEC. San Salvador, SV. 24 p.

Monsanto. s.f. Roundup 35,6 SL : Uso Agronomico. s.e. Lerma de Villada, MX. Monsanto. 1 p.

Papa, J.C. 2004. Tolerancia y Resistencia a Herbicidas: Introducción. (en línea). Santa Fe, AR. Consultado 15 Jul. 2011. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_combate\\_de\\_plagas\\_y\\_malezas/25-tolerancia\\_y\\_resistencia\\_a\\_herbicidas.htm](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/25-tolerancia_y_resistencia_a_herbicidas.htm)

Persons M., David B. 1990. Manuales para Educación Agropecuaria: Maíz. Trillas. Distrito Federal, MX. 11p.

Pitty, A. 1994. Manual de uso de herbicidas: tabla de fitotoxicidad. Tegucigalpa, HO. Zamorano. 69p.

Plaza, G.A. & Pedraza, M., 2007. Reconocimiento y caracterización ecológica de la flora arvense asociada al cultivo de uchuva. Agronomía Colombiana, Bogotá, CO. 25 (2): 306-313.

Puricelli, E.C ; Leguizamon, E.S. 2005. Herbicidas Hormonales: Generalidades. s.e. Buenos Aires, A.G. 4 p.

Rausher, M.D. y Simms, E L., 1989.- la evolución de la Resistencia en *Ipomoea purpurea*. L., Evolución, s.l. 43 (3): 563-572.

Riches, C.H. 2000. Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz: experiencia en America Central con *Echinochloa colona*. San José. CR. 135p.

Rojas Garcidueñas, M; Vázquez González, R. 1995. Manual de Herbicidas y Fitorreguladores, Aplicación y uso de Productos Agrícolas: Información Básica Sobre Malezas y su Control. 3 ed. México DF, MX. Limusa. 12p.

SYNGENTA. 2013. Química y Bioquímica: La Ciencia del paraquat. s.e. San Salvador, SV. s.n.t. Consultado 22 dic. 2012. (en línea). Disponible en: <http://paraquat.com/spanish/banco-de-conocimientos/qu%C3%ADmica-y-bioqu%C3%ADmica/la-ciencia-del-paraquat>

Tuesca, D. 2001. Resistencia de malezas a herbicidas: Mecanismos de resistencia. Brasilia, BR. 7P.

Villaseñor, R.J; Espinosa, G. 1998. Catalogo de malezas de México. UNAM (Universidad Autónoma de México) Distrito Federal, MX. UNAM. 20 p.

## ANEXOS

### A-1 Presupuesto para la implementación de una manzana de maíz (tecnificada).

Actividad	Acción	Precio Unitario	Precio total
<b>Alquiler</b>	1 manzana	\$100.00	\$100.00
<b>Preparación del suelo</b>	2 Rastras	\$15.00	\$30.00
	1 Arado	\$15.00	\$15.00
	1 Surcado	\$20.00	\$20.00
<b>Insumos para siembra</b>	25lb semilla hibrida	\$60.00	\$60.00
	<b>1 Protector de semilla</b>	<b>\$18.00</b>	<b>\$18.00</b>
<b>1° Aplicación de herbicida</b>	<b>1.5lt. paraquat</b>	<b>\$8.00</b>	<b>\$8.00</b>
	<b>1.5lt. 2,4 -D</b>	<b>\$14.50</b>	<b>\$14.50</b>
	<b>1 Mano de obra</b>	<b>\$5.00</b>	<b>\$5.00</b>
<b>Siembra</b>	2 Mano de obra	\$5.00	\$10.00
<b>1° Abonada (15 días)</b>	1 Fórmula 16-16-0 (90kg)	\$60.00	\$60.00
	2. Mano de obra	\$5.00	\$10.00
<b>2° Aplicación de herbicida (15 días)</b>	<b>2lt. paraquat</b>	<b>\$6.00</b>	<b>\$12.00</b>
	<b>2kg. Atrazina</b>	<b>\$6.00</b>	<b>\$12.00</b>
	<b>2lt. 2,4 -D</b>	<b>\$8.00</b>	<b>\$16.00</b>
	<b>2. Mano de obra</b>	<b>\$5.00</b>	<b>\$10.00</b>
<b>2° Abonada (15 días)</b>	1 Sulfato (90kg)	\$38.00	\$38.00
	2. Mano de obra	\$5.00	\$10.00
<b>3° Aplicación de herbicida (21 días)</b>	<b>2 lt. Glufosinato de amonio</b>	<b>\$18.00</b>	<b>\$36.00</b>
	<b>2. Mano de obra</b>	<b>\$5.00</b>	<b>\$10.00</b>
<b>3° Abonada (35 días)</b>	1 Sulfato (90kg)	\$38.00	\$38.00
	1 Fórmula 16-16-0 (90kg)	\$60.00	\$60.00

	2. Mano de obra	\$5.00	\$10.00
<b>Insecticida (35 a 45 días)</b>	<b>12 lb. Insecticida Organofosforado phoxim</b>	<b>\$15.00</b>	<b>\$15.00</b>
	1. Mano de obra	\$5.00	\$5.00
	1 Deltametrina (500ml.)	\$15.00	\$15.00
	2. Mano de obra	\$5.00	\$10.00
<b>Total</b>			<b>\$647.50</b>



Los gasto en pesticida y mano de obra para aplicación:  $\$134.50 + 35.00 = \$169.5$   
 Esto es equivalente a 26.18% del gasto total en la siembra de 1 manzana de maíz. Por lo cual se puede decir que un poco más de la cuarta parte del gasto en la implementación de una manzana de maíz tecnificada, son utilizados en pesticidas, sin tomar en cuenta los abonos químicos.



## **A-2 Generalidades del Municipio de Santiago Nonualco.**

La encuesta fue realizada a 160 productores de maíz, en la zona de Santiago Nonualco, departamento de La Paz. A continuación se detalla algunas características del municipio.

Santiago Nonualco, es una población precolombina, perteneció a la tribu Yaqui o Pipil de los Nonualcos. Santiago Nonualco fue uno de los núcleos más importantes de la Civilización Nonualca.

### **Ubicación geográfica.**

El Municipio de Santiago Nonualco, pertenece al distrito de Zacatecoluca y al Departamento de La Paz. Está situado a 48.5 Km de San Salvador y a solo 8.5 Km de Zacatecoluca, la cabecera departamental. Se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas siguientes: 13°34'32"LN (extremo septentrional) y 13°20'17"LN (extremo meridional); 88°53'59"LWG (extremo oriental) y 89°00'44" LWG (extremo occidental).

Está circundado al Norte y Noreste por el municipio de San Pedro Nonualco, hacia el Este por el municipio de San Juan Nonualco, al Sureste por los municipios de San Rafael Obrajuelo y de Zacatecoluca, al Sur por el municipio de San Luís La Herradura, al Oeste por el municipio del El Rosario y al Nororiente por el municipio de San Pedro Masahuat.

El área del municipio es de 121.51 kilómetros cuadrados y su perímetro es de 87.0 kilómetros. Se encuentra a una elevación de 160 metros sobre el nivel del mar, lo cual determina que su clima sea cálido con temperatura que ondulan de los. 25 °C a 35 °C y una precipitación de 1600mm a 2400mm. En el municipio se encuentran los siguientes ríos: Comapa, Jalponga, El Jute, Apanta, Gavilán y Huiscoyolapa, las quebradas, Los Olotes y Cucaracha.

En cuanto a población, habitan 39, 887 personas, dentro de los cuales 27,874 son de zona rural y 12,013 a la zona urbana. Según el censo agropecuario 2007 son aproximadamente 2250 personas que se dedican a la agricultura, sea esta agrícola o pecuaria.

La actividad agrícola absorbe el mayor número de personas, empleando el 55% de la población ocupada, el segundo lugar lo ocupa la actividad comercial con el 11% y en tercer lugar, la industria manufacturera con el 10.30%. (Ministerio de Economía [MINEC], 2007).

La población que se dedica a la producción agrícola, se enfoca en la producción de granos básicos como maíz, frijol, arroz, caña de azúcar; entre otros.

Los tipos de suelos son regosoles y aluviales, encontrándose fases de onduladas a alomadas, y entisoles que son montañosos accidentados.



**Mapa del municipio de Santiago Nonualco (Municipalidad Santiago Nonualco, 2,008)**

### A-3 Encuesta



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Facultad de Ciencias Agronómicas  
Departamento de Protección Vegetal.



“Encuesta sobre la resistencia a herbicidas en el municipio de Santiago Nonualco”

Estimado agricultor el objetivo de esta entrevista es: Determinar el grado de resistencia o tolerancia de malezas a herbicidas, presentes en el cultivo de maíz en el municipio de Santiago Nonualco, Departamento de La Paz; para lograr alternativas de manejo con perspectivas sostenibles; por lo que le solicito su apoyo para lograr recabar la información que a continuación le solicito.

Nombre: \_\_\_\_\_

Zona de trabajo: \_\_\_\_\_

1. ¿Siembra usted maíz? SI  NO
2. ¿Cuanta área de siembra posee?
3. Aplica usted herbicida en el cultivo del maíz. SI  NO
4. ¿Desde cuando usted aplica herbicida al cultivo del maíz?
5. Ha escuchado sobre la resistencia o tolerancia de las malezas a los herbicidas SI  NO

6. En la comunidad, ¿considera usted que existen problemas de malezas resistentes a los herbicidas?  SI  NO  No sé

7. En su parcela, ¿considera que hay problemas de malezas resistentes a los herbicidas?  
SI  NO  No sé

8. En su comunidad, usted ¿desde cuando tienen conocimiento que aplican herbicidas

9. Cree usted que la presencia de malezas en el cultivo del maíz se debe a:

Resistencias  Malas aplicaciones  Tolerancia   
Otras \_\_\_\_\_

10. ¿En qué otros cultivos, a parte del maíz aplican herbicidas?

11. ¿Desde cuándo?

12. Para el caso del maíz, ¿ que malezas se observa en la zona? (Indicar nombre vulgar o científico si se conoce)

---

13. De todas las malezas, ¿cuales ha observado que son más resistentes a la aplicación de herbicidas?

---

14. ¿En qué época? Mayo- Julio  Agosto- Octubre

15. ¿Cuáles son los herbicidas que usted utiliza?

---

16. ¿Los aplica solo o en mezcla?

---

¿En qué dosis?

---

17. ¿Cuales mezcla usted realiza?

---

18. ¿Cómo cree que el problema de sobrevivencia de malezas a la aplicación de herbicidas se encuentra en todas las parcelas de maíz?

Localizado

Extendido

19. ¿Cuanta superficie aproximada considera afectada de malezas en su parcela?

---

20. Ha recibido asistencia técnica para la aplicación de herbicidas SI  NO

21. ¿De que institución recibe la asistencia?

---

22. ¿Se han tomado algún tipo de Medidas para el manejo de malezas en la comunidad? ¿Cuáles?

---

23. ¿Para usted la presencia de malezas representa un grave problema? SI  NO

24. ¿Que consecuencias causa la precencia de malezas en su terreno?

---

25. ¿Dispone usted de suficiente información sobre estos problemas?

---

26. ¿Cuando aplica herbicida que tipo de boquilla utiliza?

---

27. Para usted cual es la principal razón de la tolerancia o resistencia.

---

---

### IDENTIFICACIÓN SITUACIÓN.

SI LA OBSERVACIÓN SE HIZO EN CAMPO	
Fecha	
Localización geográfica lote afectado (indicando provincia, departamento, localidad)	
Ubicación con GPS (si se dispone)	
Nombre del sitio	
Referencia para acceder al lote/ establecimiento	
Edad de cultivo en la que se observa resistencia	
Área afectada en manzanas (estimada)	
Distribución de la maleza en el lote %	
Altura de la maleza	
Cultivo antecesor	
Herbicidas aplicados al cultivo afectado (indicar principio activo, formulación, dosis y equipos)	

#### **A-4. Descripción de malezas con potencial de resistencia y tolerancia a herbicidas en el cultivo del maíz, según la perspectiva de los agricultores. Pata de gallina o barrenillo (*Cynodon dactylon*).**

Nombre Común:

Argentina, barrenillo bermuda, chéptica dulce, diente de perro, estrella gigante, grama, grama común, grama de agua, grama de gallina, gramilla colorada, gramillón, gramón, hierba de la virgen, pata de gallina, pata de gallo, zacate bermuda, zacate de conejo, zacate chino, zacate gallina, zacate grama.

**Taxonomía.**

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
<b>División:</b>	<b>Magnoliophyta</b>
<b>Clase:</b>	<b>Liliopsida</b>
<b>Orden:</b>	<b>Poales</b>
<b>Familia:</b>	<b>Poaceae</b>
<b>Subfamilia:</b>	<b>Chloridoideae</b>
<b>Género:</b>	<b>Cynodon</b>
<b>Especies:</b>	<b>C. dactylon</b>



Características Generales: Planta monocotiledónea, herbácea, perenne, de 0.15 a 0.60 m de altura. Raíz fibrosa originada en estolones y rizomas. Tallos erectos y tallos rastreros. Los erectos son glabros y en ellos se encuentra la inflorescencia; los rastreros (estolones) son aplanados, ramificados, glabros, con raíces adventicias en los nudos.

Hojas sésiles, alternas, linear-lanceoladas, glabras por el envés, ásperas en el haz de 2 a 10 cm de longitud y 0.1 a 0.4 cm de ancho; de bordes ciliados, con vainas basales abiertas, estriadas y limbos cortos. Cada vaina tiene una quilla y una lígula, formada por un anillo pubescente en la unión con la lámina. Las vainas en los tallos florales son glabras y están parcialmente en contacto con el tallo, las láminas son más largas que en los rastreros.

Inflorescencia en espiga múltiple terminal o axilar de 4 a 7 espigas, digitadas, todas originadas en un mismo punto, delgadas y de 1 a 7 cm de largo, cada una lleva muchas espiguillas cortas colocadas en dos hileras en un solo lado del raquis. El fruto es una cariósipide. La semilla es muy pequeña, de forma oval y de color café rojizo, se propaga por semilla y vegetativamente por estolones y rizomas.

No es exigente en el suelo, crece en zonas con altitudes entre 0 y 1,800 msnm, temperaturas mayores de 17.5 °C y precipitaciones de 600 a 2,800 mm al año. Tolera periodos prolongados de sequia. Son malezas de bordes de carreteras, caminos, acequias, cultivos anuales y perennes, potreros, cafetales, jardines, huertas y terrenos baldíos. Es una maleza muy agresiva, invasora y de control difícil.

Se usa como pasto de césped, es resistente al pastoreo y pisoteo. Es un forraje rústico, nutritivo; tiene un 15 % de proteína bruta. No es apetecido por vacunos pero si por los caballares y especies menores (cabras, gallinas, gansos, conejos).

Es tóxica para el ganado debido a la presencia de glucósidos cianogénicos, un tóxico de acción rápida que causa incoordinación, micción frecuente, disnea, cianosis y respiración acelerada, temblores musculares, rigidez y paro respiratorio.

Es medicinal; laxante, diurética, antiabortiva, colagoga, para infecciones urinarias y biliares, oliguria, artritis y afecciones reumáticas. Sirve para fijar taludes y consolidar canales de drenaje y riego, como protección contra cárcavas y derrumbes.

Es hospedante de ***Pyricularia orizae***, causante del añublo del arroz y del nemátodo ***Meloidogyne incognita***.

Se asemeja a ***Axonopus compressus* (Sw.) Beauv** que tiene hojas envainadas, cortas y anchas, finamente pubescentes en los bordes, tallo delgado y ocasionalmente ramificado.

Implantación y persistencia.

Perenne. Su implantación no es fácil pero, una vez establecida, posee un potente y eficaz sistema de crecimiento vegetativo (rizomas y estolones), que garantizan su expansión y persistencia. Carácter encespendedor.

Impacto e importancia.

Cultivos afectados y efectos sobre los cultivos.

Según Villaseñor y Espinosa (1998) citan su presencia en aguacate, ajonjolí, alfalfa, algodón, arroz, avena, cacahuate, caña, cártamo, cebolla, chile, cítricos, espárrago, frijol, frutales, girasol, haba, linaza, maíz, mango, manzana, melón, nogal, plantas ornamentales, papa, pepino, plátano, potreros, pradera, sorgo, soya, tomate, tomate, uva, viveros. También se encuentra en cebada, trigo, linaza, café, nopal, col, estropajo, hortalizas.

En cultivos de plantación forma manchones que llegan a cubrir superficies considerables, sofoca y elimina a las plantas de cultivo, por ejemplo: alfalfa, caña de azúcar, forrajes, huertos, etc. (Villaseñor y Espinoza, 1998)

#### Usos

Por su carácter de ser plantas que se ambientan a temperaturas óptimas 30-47 °C. (C4), presenta la ventaja de crecer en verano y permanecer verde cuando otras gramíneas están agostadas. En contrapartida su producción invernal es nula salvo en las áreas más cálidas.

En lugares cálidos, con adecuados aportes hídricos y un régimen de aprovechamientos frecuente sus producciones son elevadas. Produce un pasto de calidad media.

Se cultiva y usa como pasto de césped, como forraje, para estabilizar orillas de carreteras y canales. Se usa como diurético y para aliviar la hepatitis no infecciosa y la ictericia.

#### Coyolillo (*Cyperus sp.*).

##### Nombre Común:

Bolita, castañuelas, castañuela común, cebolleta, cebollín, cipero, coco, cocuelo, coquí, coquillo, coquito, corocillo, corocito, coyolillo, chivasa, funche, juncea, juncia redonda, negrilla, papilla, tamascan, tiri-i, totira, totorilla. (Bayer, 2008).

## TAXONOMIA:

<b>Reino:</b>	<b>Plantae.</b>
<b>Subreino:</b>	Traqueobionta
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Liliopsida
<b>Subclase:</b>	Commelinidae
<b>Orden:</b>	Cyperales.
<b>Familia:</b>	Cyperaceae
<b>Genero:</b>	Cyperus



**Coyolillo (*Cyperus sp.*)**

### Características Generales.

Se le considera como uno de los problemas más serios, sobre todo en los cultivos de algodón, maíz y papa. Villaseñor y Espinosa (1998) también lo reportan en aguacate, alfalfa, arroz, avena, cacahuate, calabaza, caña, cebolla, chícharo, cítricos, frijol, frutales, girasol, haba, mango, manzana, melón, pepino, plátano, pradera, sorgo, soya, tomate, uva, vainilla.

Planta monocotiledónea, herbácea, perenne, de 0.10 a 0.50 m de altura. Raíz fibrosa que se desarrolla a partir de tallos subterráneos largos, delgados, con rizomas estoloniformes delgados que producen numerosas cadenas de tubérculos ovales y esféricos. Las raíces pueden desarrollarse hasta 1.5 m de profundidad del suelo; pero la mayoría de tubérculos se concentran en los primeros 20 cm.

El tallo es un cormo reducido a un disco. Las hojas son sus vainas que forman un pseudotallo delgado, erecto, triangular, glabro, sin nudos, de color verde y más largo que ella. Son linear-lanceoladas semiplegadas, de color verde brillante a oscuro, glabras, asperas, sin lígula, basales e involucrales, de 5 a 15 cm de largo por 2 a 6 mm de ancho y de bordes suaves.

Tiene entre 4 y 9 hojas alternas formando una roseta. La inflorescencia es una umbela de color café rojizo sobre un raquis de 20 a 30 cm de largo. Sobre el raquis crecen espiguillas de 8 a 25 mm de longitud, formadas por 12 a 14 florecillas de color púrpura a rojo violáceo o café. El fruto es una nuez de 15 por 18 mm, triangular a oblongo, con ápice y base obtusa, de color pardo a amarillento y con una semilla café rojiza a negra de 15 mm de longitud. Por cada inflorescencia se producen de 200 a 1.200 semillas.

Se propaga por semilla o vegetativamente por bulbillos y esquejes. La germinación de la semilla es muy baja durante los primeros dos años; a los tres o cuatro años alcanzan un 12% y a los cinco o siete años llega a su máximo, 40 a 50 %. Después de 15 años su viabilidad se pierde.

Los bulbos o tubérculos tiene capacidad para brotar a profundidades hasta de 0.90 m. La producción de un tubérculo a partir de otro tarda 25 días; a los 120 días el número producido puede llegar a 250 y en dos años a 10 millones.

La planta crece en zonas con altitudes entre 0 y 1,800 msnm, temperaturas superiores a 17.5 °C y en suelos húmedos alcanza sus máximas infestaciones. En suelos de temperaturas arenosas con baja retención de humedad se afecta la producción de tubérculos. Es maleza de cultivos perennes y anuales, potreros, bordes de carreteras, canales, céspedes y solo hasta ahora de cafetales al sol pero con grado de infestación bajo.

En cafetales a la sombra no es frecuente. Es registrada como la maleza más agresiva en áreas tropicales y subtropicales.

Su efecto nocivo radica en su alta capacidad reproductiva y competitiva. Los controles mecánicos favorecen la propagación ya que al cortar los rizomas que conectan la cadena se estimula la germinación de los tubérculos. Es medicinal; sus tubérculos son estimulantes y afrodisíacos.

Es hospedante de nemátodos (*Meloidogyne exigua* y *M. incognita*). Los tubérculos ejercen alelopatía ya que poseen sustancias que inhiben la germinación y el desarrollo de otras plantas. Es importante en apicultura por su abundante polen (Gómez y Rivera, 1987).

### Usos

Sus tubérculos, llamados "chufas", se consumen como alimento en algunas partes de Europa y el norte de África. Las hojas sirven como alimento para ganado, además se le atribuyen cualidades medicinales como diuréticas, diaforéticas (hace sudar) y emenágogo (estimula el flujo sanguíneo).

### Impacto económico y social

A nivel mundial, la interacción de *cyperus* con cultivos provoca una reducción en el rendimiento que oscila entre 0 y 87%, dependiendo del tipo de cultivo, época de siembra, y densidad poblacional.

### Campanilla (*Ipomoea purpurea*).

Nombre Común

Aguinaldo, batatilla, batatilla lila, batatilla roja, bejuco, bejuco batatillo, bejuco camotillo, bejuco de puerco, bejuquillo, betilla, campanilla, cipó, churrístates, enredadera, gitirana.

### Taxonomía:

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Subreino:</b>	Tracheobionta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Asteridae
<b>Orden:</b>	Solanales
<b>Familia:</b>	Convolvulaceae
<b>Género:</b>	Ipomoea
<b>Especies:</b>	purpurea



Es una planta de enredadera que rodea la vegetación, la envuelve y gana altura trepando sobre las plantas cultivadas lo cual se considera una adaptación a la baja intensidad de luz y la predetermina como una de las diez peores malezas, ya que su competencia reduce el rendimiento e interfiere con la cosecha (Gómez, 1995).

La ***Ipomoea purpurea***, se adapta a cualquier sistema de cultivo siempre y cuando las temperaturas sean suficientemente cálidas. Siguiendo a Richardson 2000, citado por Guillot (2006), es considerada arvense invasora en la medida que es una planta que se reproduce abundantemente a considerable distancia de sus plantas parentales y posee potencial para extenderse sobre áreas considerables.

Esta especie puede crecer con facilidad en climas tropicales y subtropicales, y para las condiciones de manizales se desarrolla en ambientes cálidos y en clima frío moderado. Se reproduce tanto por semillas como vegetativamente, los suelos ricos o fertilizados tienden a favorecer el crecimiento vegetativo sobre la floración (Gómez, 1995).

Son plantas con alto grado de autofecundación, pero al mismo tiempo tienen gran éxito en la polinización cruzada.

***Ipomoea purpurea*** se destaca por ser ornamental, melífera, forrajera, por su hábito trepador compite por espacio y luz con el cafetal y otras plantas, dificulta las labores propias de los cultivos, interfiere con el eficiente desarrollo de las cosechas e indirectamente (o directamente), puede incidir en la dinámica de insectos plaga y el desarrollo de enfermedades (Pinilla, 2002 citado por Plaza y Pedraza, 2007).

Según Rausher y Simms (1989), los meristemos apicales, hojas y cápsulas-semilla de ***I. purpurea*** son dañadas por varios herbívoros como lepidópteros y ortópteros, coleópteros de las familias Alticinae, ***Chrysomelidae curculionidae*** y otras larvas de lepidópteros.

Por otra parte, los Himenópteros (***Apis sp.***, ***Bombus sp.***) son visitantes regulares de ***I. purpurea*** lo que ratifica su importancia en los procesos de polinización naturales y agrícolas (Galetto y Bernardello, 2004).

Características Generales: Planta dicotiledónea herbácea, anual, rastrera, de 3 a 5 m de longitud, raíz pivotante, tallo pubescente cilíndrico, rastrero o trepador y herbáceo,

hojas cordiformes, alternas, de bordes profundos, trifoliolados, glabros o ligeramente pubescentes. Inflorescencia en cimas axilares, Flores campanuladas, púrpuras, azules o lilas, con el centro de la corola escarlata, el fruto es una cápsula de 1.25 cm de diámetro, cada fruto posee 4 semillas ásperas de color café a negro, que tienen dos superficies planas y una convexa. Se propaga por semilla. Es maleza en cultivos perennes, potreros, bordes de carretera, taludes y cafetales.

Es similar a la ***Ipomoea purpurea (L.) Roth***, cuyas flores son claras por dentro.

Las especies de este género se consideran como forrajeras. Por su carácter trepador dificulta las operaciones de recolección de las cosechas, los controles sanitarios y las fertilizaciones de los cultivos que interfieren. Es una planta de importancia apícola (Barker,1997).

**Botoncillo (*Melanthera sp.*)**

***Melanthera nivea (L.) Small***

Nombre Común:

Botón Blanco, Botoncillo, Tarara Cabeza Negra, Consegané, Chichigaste, Flor de la Vida, Hierba de caballo, Melanthera, Naranjero, Paira, Rosa Vieja, Totolquelite.

**Taxonomía:**

<b>Reino:</b>	<b>Plantae.</b>
<b>Subreino:</b>	Traqueobionta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Asteridae
<b>Orden:</b>	Asterales
<b>Familia:</b>	Asteraceae
<b>Genero:</b>	Melanthera
<b>Especie:</b>	nivea



Botoncillo. (*Melanthera sp.*)

Se considera una de las malezas más comunes, se porta como arvense y ruderal, y crece, por ejemplo, en maíz, trigo, caña de azúcar, plantaciones forestales y café.

#### Características Generales:

Planta dicotiledónea, arbustiva, herbácea, anual y de 0.70 a 3.00 m de altura.

Raíz pivotante, tallo anular, duro, hirsuto, ramificado, de color morado en la base.

Hojas opuestas, dentadas y ásperas al tacto tanto en el haz como en el envés, con un par de lóbulos basales.

La inflorescencia es un capítulo pedunculado, largo, axilar, terminal; las brácteas de las cabezas florales son más largas que los tubos florales jóvenes y frecuentemente están encorvadas al igual que sus brácteas.

Las Flores son blancas, isomorfas, hermafroditas, fértiles, con corola tubulosa.

El fruto es un aquenio piramidal de color café oscuro cuando está maduro y de 2 a 3 mm de longitud.

Se propaga por semilla

Crece en zonas con altitudes entre 0 y 1.800 msnm, y temperaturas superiores a 17.5°C.

Es maleza en rastrojos, potreros, bordes de caminos y carreteras y en cafetales.

Es una planta melífera

Es tóxica para el ganado por la presencia de nitratos y alcaloides en las hojas y tallos; en la fase de crecimiento y bajo condiciones adecuadas de suelo, acumulan concentraciones elevadas de nitratos; en la fase de madurez acumula alcaloides, se ha llegado a comprobar la presencia simultánea de las dos sustancias en la planta.

Es similar a ***Melanthera aspera (Jacq.)***. Pues tiene una altura de 0.50 a 1.5 m, hojas sin lóbulos basales; las brácteas de la cabezas florales son iguales o ligeramente más largas que los tubos florales jóvenes, y rectas por debajo, al igual que las bractéola.

## **A-5 Descripción de herbicidas utilizados con más frecuencia en el municipio de Santiago Nonualco para el control de malezas en el cultivo del maíz.**

### **Herbicida – Bipiridilo - Paraquat.**

El producto químico paraquat fue descubierto a finales del siglo XIX por dos científicos alemanes. Sin embargo, no fue sino hasta 1955 cuando sus propiedades herbicidas fueron descubiertas por el Instituto de Cooperación Iberoamericana (ICI), hoy Syngenta.

Esto desembocó eventualmente en el lanzamiento de un producto comercial, Gramoxone, en 1962. Desde entonces, el Gramoxone y otras formulaciones de paraquat han sido usados para el control de malas hierbas en más de 120 países alrededor del mundo.

El paraquat es un herbicida de contacto no selectivo y no sistémico. “No selectivo” implica que ataca y mata todas las partes verdes de la planta con las que entra en contacto. “No sistémico” significa que no ataca las raíces ni se desplaza libremente dentro de la planta. “De contacto” quiere decir que necesita tener contacto físico con la superficie del follaje que destruye. Ejerce su acción interfiriendo con el proceso de fotosíntesis y es de acción rápida.

El paraquat tiene algunas propiedades únicas que han dado por resultado su amplia adopción por los agricultores: se absorbe rápida y fuertemente a las partículas de arcilla de la tierra.

Esta propiedad asegura que no sea absorbido por los cultivos a través de las raíces, es decir no sistémico. Eso también facilita el sembrar los cultivos justo después de haberlo rociado, pues el paraquat absorbido no es biológicamente activo.

La rápida absorción significa que se vuelve a prueba de lluvia a los pocos minutos de su aplicación. Esto lo hace ideal para su uso en condiciones climáticas donde hay lluvias frecuentes.

No penetra a los tejidos leñosos y no puede accidentalmente matar a un árbol al ser rociado, ni destruir su corteza. Por lo tanto, es el herbicida preferido para la mayoría de cultivos de árboles o arbustos.

### Modo de acción

El paraquat actúa en presencia de la luz secando las partes verdes de todas las plantas con las cuales entra en contacto. Después de la aplicación, la penetración a través de la superficie foliar ocurre casi de inmediato. Esta absorción aumenta con alta intensidad de luz y humedad y por el coadyuvante no iónico agregado en la formulación, que asegura una buena retención de la pulverización y humidificación del follaje al que se apunta.



### Modo de acción de los herbicidas en las malezas (Syngenta, 2013).

El lugar donde actúa el paraquat es en el cloroplasto. Los cloroplastos contienen los sistemas de fotosíntesis de las plantas verdes que absorben la energía de la luz que se utiliza para producir azúcares. Se sabe que el paraquat actúa sobre el sistema de membranas de la fotosíntesis denominado fotosistema I, que produce electrones libres para accionar la fotosíntesis. Los electrones libres del fotosistema I reaccionan con el ión de paraquat para darle forma de radical libre.

El oxígeno rápidamente reconvierte este radical libre y en ese proceso produce súper óxidos. Altamente reactivos en cuanto a la química, los súper óxidos atacan a los ácidos grasos insaturados de la membrana, abriendo rápidamente y desintegrando las membranas y tejidos de las células. Luego, el proceso del ión de paraquat / radical libre se recicla y produce más cantidades de súper óxido hasta que cesa el suministro de electrones libres.

La marchitez visible de las plantas tratadas aparece a las pocas horas con calor y luminosidad pero puede tardar varios días con frío y nubosidad. A esto le sigue rápidamente la aparición de tejido marrón, seco o clorótico. Por lo tanto, se necesita luz, oxígeno y clorofila para obtener los rápidos efectos herbicidas característicos del paraquat (SYNGENTA, 2013).

La ruptura de las membranas celulares que permiten que el agua escape del material de la planta es lo que lleva a la rápida disecación del follaje. La velocidad de destrucción de las células por lo general es demasiado rápida como para permitir que ocurra alguna translocación que se pueda medir desde la hoja tratada.

Consecuentemente, es necesario cubrir el follaje y las puntas de crecimiento completamente para obtener un control de las malas hierbas anuales. Las malas hierbas perennes pueden volver a brotar y pueden requerir más tratamiento.

Química

El paraquat es un herbicida no selectivo de amplio espectro. Pertenece a la familia de herbicidas del Bipiridilo. Las sales de paraquat puras son blancas y los productos técnicos, amarillos. Son polvos cristalinos, inodoros e higroscópicos. El paraquat es levemente soluble en alcohol y prácticamente insoluble en solventes orgánicos.

El paraquat es no explosivo e inflamable en formulaciones acuosas. Es corrosivo para los metales e incompatible con agentes humidificantes de alquilariilsulfonato. Es estable en soluciones ácidas o neutras, pero se hidroliza rápidamente con soluciones alcalinas (SYNGENTA, 2013).

Malezas que controla:

Salea (*Digitaria sanguinalis*), mozote (*Cenchrus echinatus*), zacate de agua (*Ixophorus sp.*), pata de gallina (*Eleusine indica*), plumilla (*Leptochloa filiformis*), arrocillo (*Echinochloa crus galli*), coyolillo (*Cyperus ferax*), caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), bermuda (*Cynodon dactylon*), zacate Jhonson (*Sorghum halepense*), bledo (*Amaranthus sp.*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), margarita (*Bidens pilosa*), hierba de pollo (*Commelina diffusa*), picapica (*Fleurya spp.*).

Dosis: Se recomienda aplicar 3 litros de paraquat por hectárea (2 litros por manzana), por asperjadora de mochila 16 litros de agua y la dosis a utilizar son de 100 a 125 ml

(4 a 5 medidas de 25 ml), cuando las malezas no tengan más de 15 cm de altura o bien tengan de 3 a 4 hojas formadas (Duwest, 2004).

### **Herbicida- Fosfónico Glifosato**

Formulación comercial del herbicida glifosato

El glifosato es una molécula formada por una fracción de glicina y un radical aminofosfato unido como sustituyente de uno de los hidrógenos del grupo  $\alpha$ -amino.

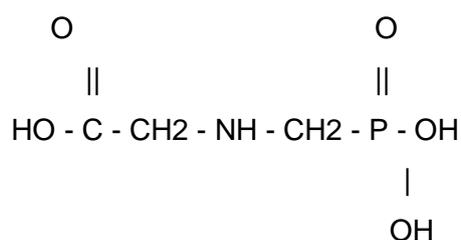
Como producto protector de cultivos, constituye uno de los descubrimientos agroquímicos más importantes de este siglo, siendo el herbicida de mayor uso en el mundo por ser efectivo, seguro y porque permite su aplicación de diversas maneras.

Las formulaciones de glifosato se encuentran registradas en más de 100 países, incluyendo los Estados Unidos; en donde ha sido aprobado por la U.S. E.P.A. (Agencia de Protección Ambiental) para ser utilizado en más de 60 cultivos agrícolas, en manejo de bosques sometidos a intervención para su conservación, y en sistemas de cultivos diferentes, incluidos el mantenimiento de canales y vías, los jardines públicos y domésticos; entre otros.

Fórmula del glifosato

Composición: Sal isopropilamina de N-(Fosfona metil) glycina.

ROUNDUP: Solución viscosa de color ambarino claro; pH 4,4 a 4,9; Gravedad específica 1,17; olor tenue a amina



**Fórmula estructural del glifosato.**

Características Generales

Glifosato es un herbicida no selectivo de acción sistémica, de amplio espectro, y adecuado para el control de muchas especies de malezas, en tratamientos de postemergencia al follaje. No actúa sobre las semillas que existieran por debajo del suelo y tampoco es absorbido por las raíces.

En igualdad de condiciones también se puede decir que no es de acción residual prolongada y que ni actúa como herbicida esterilizante del suelo.

La casi totalidad de las formulaciones comerciales del glifosato son fáciles de manejar, muy solubles en agua y químicamente muy estables en cualquier proporción. A lo anterior se adiciona la baja tensión de vapor, lo cual significa que las formulaciones de uso en el campo no sean volátiles.

Modo de acción.

Es un líquido concentrado soluble en agua que posee alta eficacia biológica, así como gran flexibilidad en sus formas de uso. Sus características han permitido asignarle la categoría toxicológica y ambiental más favorable. Es un herbicida sistémico postemergente de amplio espectro, no selectivo. Penetra solo a través del follaje y otros tejidos verdes de la planta.

Se trasloca por el floema hacia los puntos de crecimiento o tejidos meristemáticos de la planta. No persiste en el suelo y no tiene actividad pre emergente. El mecanismo de acción consiste en la inhibición de los aminoácidos aromáticos. Es utilizado como madurante de caña de azúcar. Este producto inhibe la acción de la invertasa ácida en el desdoblamiento de la sacarosa en azúcares simples (Monsanto s.f.).

Es un herbicida líquido soluble, usado en la agricultura y tierras no cultivadas y sitios industriales para el control de malezas anuales y perennes, malezas de hoja ancha y juncos incluyendo muchos árboles, es un herbicida no selectivo, sistémico, postemergente y tiene muy poca o ninguna actividad en el suelo (Monsanto s.f.).

Propiedades Físico - Químicas Generales

Por la naturaleza de sus propiedades físicas y químicas el glifosato es un plaguicida perteneciente al grupo de los herbicidas de acción sistémica, por la vía del follaje. No es apto para tratamientos de control de malezas por la vía del sistema radicular.

El glifosato es una solución líquida, clara, viscosa y de color ambarino; normalmente tiene una concentraciones de iones H de 4,4 a 4,9 y una gravedad específica de 1,17. Prácticamente inoloro o con un ligero olor a amina; tiene un peso molecular de 169,08 y un punto de fusión de 200 °C. Factores que Regulan la Acción Herbicida.

La capacidad herbicida del glifosato depende en grado sumo de los factores del medio ecológico bajo el cual se haga uso de sus propiedades y, aunque la temperatura, la

concentración de iones H y las condiciones que favorecen el proceso de adsorción son de gran importancia, aunque no tanto como es la actividad enzimática de los microorganismos del suelo, también hay otros factores, de acción directa o indirecta, de importancia no despreciable, incluidos en la lista que se indica a continuación.

- Variabilidad relacionada con las diferencias en absorción y translocación.
- Es dependiente de la rapidez de la absorción, desde las hojas al floema.
- Es dependiente de la rapidez de translocación desde el basipétalo a las partes subterráneas y desde las raíces a los bulbos en las especies botánicas que los posean.
- Rapidez de acción antes del proceso de inactivación y metabolizan de la molécula parental.
- Estado de desarrollo fisiológico de la planta que se desea eliminar.
- Concentración de los iones H de la solución.
- Alta humedad facilita la absorción horas después de la aplicación la traslocación a partes subterráneas es nula o poco significativa.
- La luz día tiene efecto acelerante sobre la acción del herbicida.
- Para un buen efecto se requiere ausencia de lluvia por 6 a 8 horas después de la aplicación
- 

Interacción de la resistencia fisiológica.

Sobre el glifosato, a pesar de ser utilizado como herbicida selectivo de aplicación postemergente desde 1947, la literatura técnica no aporta informaciones substanciales sobre la emergencia de resistencia fisiológica en alguna de las especies de malezas más ampliamente tratadas.

Recomendaciones de uso y dosis del glifosato: maleza por reproducción por semilla: alambrilla (*Digitaria spp.*), caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), zacate honduras (*Ixophorus sp.*), mozote (*Bidens pilosa*), mielecilla (*Galinsoga spp.*), mozote (*Cenchrus spp.*), santa Lucía (*Ageratum conyzoides*), bledo (*Amaranthus spp.*), cinquillo (*Drymaria cordata*) para las cuales se utiliza una dosis de: 1.5 a 2 L/ha ó 1 a 1.5 L/mz.

Maleza por reproducción vegetativa: arroz (*Oriza spp.*), pata de gallina (*Eleusine indica*), zacate pará (*Brachiaria mutica*), cabezona (*Paspalum virgatum*), kikuyu (*Pennisetum clandestinum*), grama antena (*Paspalum conjugatum*), bermuda (*Cynodon dactylon*), zacate estrella (*Cynodon plectostachius*), yerbabuena (*Metracarpus spp.*), siempre viva (*Commelina difusa*), coyolillo (*Cyperus sp.*); para las cuales se utiliza una dosis de : 3.0 a 4.0 L/ha 2.0 a 3.0 L/mz (Monsanto 2013).

## **Herbicida- Fenoxi 2,4-D**

Las hormonas son sustancias químicas que afectan procesos fisiológicos que regulan el crecimiento y desarrollo de la planta. Pueden ser naturales o sintéticas.

Su estructura química deriva del fenoxiacético y afectan el crecimiento de las plantas en forma similar y en los mismos órganos que compuestos auxínicos. La translocación ocurre vía implasto/floema (principalmente) o apoplasto/xilema y son de acción sistémica.

En el suelo son bastante móviles y poco persistentes, con la excepción del Picloram, 2,4,5-T y 2,4,5-TP.

La toxicidad hacia mamíferos (DL50) es de baja a media. Cuando el 2,4,5-T es sintetizado a temperaturas elevadas puede estar contaminado con *dioxina* un compuesto potencialmente carcinogénico y teratogénico.

A través de un adecuado proceso de fabricación se logra que no contenga más de 0,1 ppm de dioxina, sin embargo su uso está prohibido en muchos países, incluida la Argentina. Se aplican en postemergencia. La sequía disminuye la acción. Requieren un periodo exento de lluvias de unas cuatro a seis horas (según la formulación) después de la aplicación para ser absorbidos (Puricelli y Leguizamon, 2005).

Identificación del ingrediente

Grupo químico: Fenoxi

Nombre Químico: Acido 2, 4 – Diclorofenoxiacético.

Fórmula empírica: C<sub>8</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> P.M.: 221.0

Formulaciones: 40 SL, 45.6 SL, 60 SL, 68.2 SL.

Nombres Comerciales: 2,4-D 60 SL, 2,4-D Cafesa 60 SL, 2,4-D Daf 60 SL, A.S.6-60 SL, Agrocom 60 SL, Agrozamoranos 2,4-D 60 SL, Aminacoop 60 SL, Bengala 2,4-D 60 SL, Diatex 2,4-D 60 SL, DMA 6 68,2 SL, Hedonal 48 SL, Hedonal 68,2 SL, Hormonil 60 SL, Marman 24-D 60 SL, Seracsa 2,4-D 60SL, Superior 60 SL.

Información agronómica.

Clase de Plaguicida: Herbicida.

Uso Agronómico: Manejo de malezas latifoliadas y ciperáceas, anuales y perennes en cereales y pastos. También dicotiledóneas por aplicación dirigida.

Forma de acción: Herbicida selectivo sistémico absorbido por el follaje y raíces y translocado en la planta vía floema y xilema, acumulándose en las regiones meristemáticas, rebrotes y raíces (Puricelli y Leguizamón, 2005).

Aplicación: Pos-emergencia.

Cultivos a Proteger: Arroz, Caña de Azúcar, Maíz, Pastos, Sorgo.

Malezas a Controlar: Tomatillo (***Solanum americanum***), Malva Silvestre (***Malva paviiflora***), Ruibardo (***Rumex crispus***), Churrystate (***Ipomoeae spp.***), Pelo de Chino (***Cyperus tenuis***), Verdolaga (***Portulaca oleracea***), Canutillo (***Commelina diffusa***), Bledo (***Amaranthus hybridus***), Clavelillo (***Emilia Sonchifolia***), Mielcilla (***Galinzoga ciliata***), Pega Pega (***Desmodium tortuosum***), Caperonia (***Caperonia spp.***), Navillo (***Brassica spp.***), Moriseco (***Bidens pilosa***), Golondrina (***Euphorbia spp.***), Llantén (***Plantago major***), Verbena (***Verbena litoralis***), Lechuguilla (***Sonchus oleraceus***).

Dosis Recomendada: 2.0 – 3.8 l/ha (60 %).

Periodos de Aplicación: Cuando se considera necesario.

Periodo de Reingreso: 24 horas es recomendable. El ganado se debe mantener fuera de las zonas tratadas 45 días. No utilizar el cultivo o rastrojos tratados con este herbicida en el consumo o elaboración de alimentos para animales.

Periodo de aplicación cosecha: 14 a 20 días.

Compatibilidad: No es compatible con sustancias alcalinas tal como Caldo Bordelés. Es un producto muy volátil y debe evitarse que el viento arrastre la neblina de aplicación a cultivos aledaños.

Observaciones: Tiene una vida media de 1 – 4 semanas

### Dosis de herbicidas Recomendados por Cultivo.

CULTIVOS	DOSIS	MALEZAS	
<b>Maíz</b> <i>Zea mays.</i>	2-3 L/ha (1,4-2 L/mz). 2-3 medidas Bayer por aspersadora de 16L	Lengua de vaca <b><i>Rumex crispus.</i></b> Bledo <b><i>Amaranthus spp.</i></b> Verdolaga <b><i>Portulaca oleraceae</i></b> Apazote <b><i>Chenopodium ambrosoides</i></b> Bejuco	
<b>Sorgo</b> <i>Sorghum vulgare</i>		3-3.5 L/ha (2-2.45 L/mz). 4-6 medidas Bayer por aspersadora de 16L	<b><i>Ipomoea spp.</i></b> Escobillo <b><i>Sida spp.</i></b> Mozote <b><i>Bidens pilosa</i></b> Canutillo <b><i>Commelina difusa</i></b>
<b>Trigo</b> <i>Triticum vulgare</i>		<b>Caña de azúcar</b> <i>Saccharum officinarum</i>	<b>Pastos</b>

Fuente: Panfleto Hedonal (Bayer 2008).

**Figura A-1 Fotografía realizando encuesta.**



**Figura A-2 Fotografía toma de puntos geograficos mediante GPS.**



**Figura A-4 Recolección de material vegetativo.**



**Figura A-5 Recolección de semillas de malezas.**



**Figura A-6 Poda de malezas**



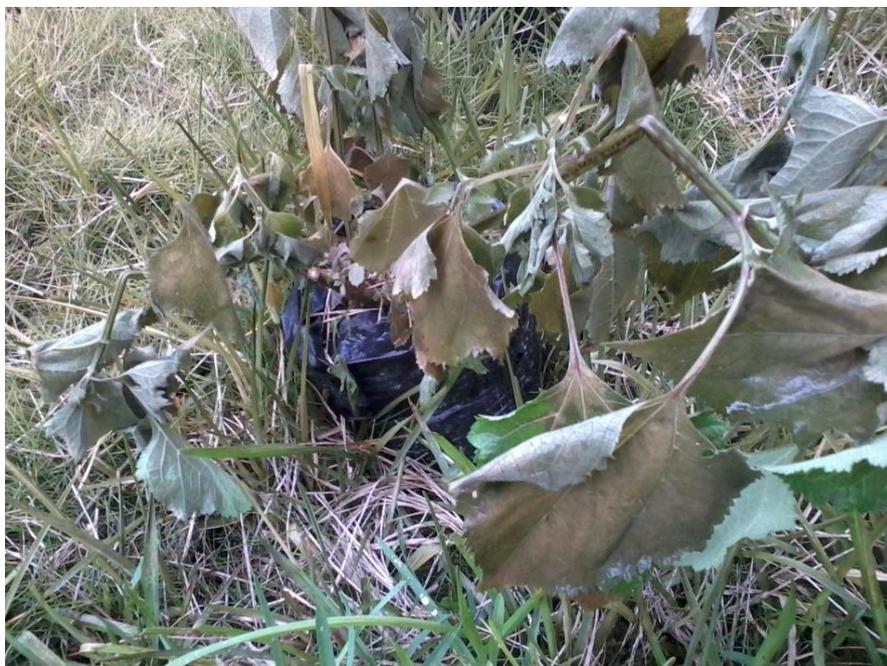
**Figura A-7 Montaje del proyecto.**



**Figura A-8 Efecto de los herbicidas. (Clorosis)**



**Figura A-9 Efecto de los herbicidas en *Melanthera sp.* a los 10 días.**



**Figura A-10 Efecto de los herbicidas en *Cynodon dactylon* a los 21 días.**



**Figura A-11 Efecto de los herbicidas en *Cyperus sp.* a los 21 días.**



**Figura A-12 Efecto de los herbicidas en *Ipomoea purpurea* a los 21 días.**



**Figura A-13 Comparación del efecto de los herbicidas en *Cyperus sp.* y el tratamiento testigo.**



**Figura A-14 Comparación del efecto de los herbicidas en *Melanthera sp.* y el tratamiento testigo.**



**Figura A-15 Comparación del efecto de los herbicidas en *Cynodon dactylon.* y el tratamiento testigo.**



**Figura A-16 Comparación del efecto de los herbicidas en *Ipomoea purpurea* y el tratamiento testigo.**

