



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS TOXICOLÓGICOS DE UN HERBICIDA SOBRE EL
DESARROLLO PRIMARIO DE ESPECIES NATIVAS DE LA CIUDAD DE QUITO.

AUTOR

Freddy David Narvárez Torres

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS TOXICOLÓGICOS DE UN HERBICIDA SOBRE
EL DESARROLLO PRIMARIO DE ESPECIES NATIVAS DE LA CIUDAD DE
QUITO.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para
optar por el título de Ingeniería Ambiental en Prevención y Remediación

Profesor Guía

MSc. Indira Fernandina Black Solís

AUTOR


Freddy David Narváez Torres

AÑO

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Evaluación de los efectos toxicológicos de un herbicida sobre el desarrollo primario de especies nativas de la ciudad de Quito, por medio de reuniones periódicas con el estudiante Freddy David Narváez Torres, en el semestre 2020-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Indira Fernandina Black Solís

Máster en Conservación y Gestión del Medio Natural

C.I.: 1711273563

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado el trabajo, Evaluación de los efectos toxicológicos de un herbicida sobre el desarrollo primario de especies nativas de la ciudad de Quito, por medio de reuniones periódicas con el estudiante Freddy David Narváez Torres, en el semestre 2020-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



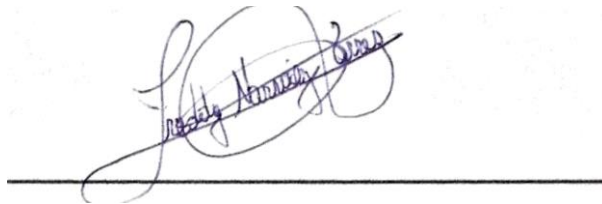
Marco Vinicio Briceño León Máster en

Energías Renovables C.I.:

1715967319

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to read 'Freddy David Narváez Torres'.

Freddy David Narváez Torres

C.I.: 1722315437

AGRADECIMIENTOS

Con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, más aún en los momentos más difíciles.

A mi directora de trabajo de titulación Indira Black que gracias a su experiencia, conocimiento, enseñanzas y motivación supo orientarme de la mejor manera para concluir mi camino universitario.

A todas las personas que estuvieron a mi alrededor desde el comienzo, algunos siguen hasta hoy. Gracias totales.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico a toda mi familia por ser mi fuente de inspiración y fuerza para lograr cumplir mis metas.

RESUMEN

Este trabajo fue realizado para evaluar los efectos toxicológicos de un herbicida, 1-1'-dimetil-4-4'-bipiridilo (paraquat) en el desarrollo primario de especies nativas de la ciudad de Quito, a través de bioensayos con las especies *Lupinus pubescens* Benth (ashpa chocho) y *Brugmansia sanguinea* Pers (guanto). Se establecieron 3 tratamientos; T1 (0.0166gr/ml), T2 (0.0083gr/ml), T3 (0.0041gr/ml) más un testigo (agua reposada), con 5 repeticiones 10 réplicas para la etapa de germinación de semillas y 20 repeticiones para la fase de plántulas.

Las semillas usadas para este trabajo fueron obtenidas de individuos seleccionados en ecosistemas naturales. Las variables de respuesta medidas fueron, germinación, crecimiento de epicótilo y radicular en las semillas; y en plántulas se midió el tamaño y diámetro de tallo, longitud y vigor radicular y número de hojas a las dos y ocho semanas de la siembra.

Los resultados obtenidos mostraron una baja toxicidad en la etapa de germinación de *Lupinus pubescens* Benth y una letalidad significativa en semillas de *Brugmansia sanguinea* Pers. En tanto, en plántulas la cantidad de hojas iniciales y sistema radicular tuvieron ligeros cambios significativos por efecto del dimetil-4-4'-bipiridilo (paraquat).

Palabras claves: semillas, plántulas, herbicida, toxicología.

ABSTRACT

This work was conducted to evaluate the toxicological effects of a herbicide, 1-1'-dimethyl-4-4'-bipyridyl (paraquat) on the primary development of native species in the city of Quito, through bioassays with the species *Lupinus pubescens* Benth (ashpa chocho) and *Brugmansia sanguinea* Pers (guanto). Three treatments were established; T1 (0.0166gr/ml), T2 (0.0083gr/ml), T3 (0.0041gr/ml) plus a control (resting water), with 5 replicates 10 replicates for the seed germination stage and 20 replicates for the seedling stage.

The seeds used for this work were obtained from selected individuals in natural ecosystems. The response variables measured were germination, epicotyl and root growth in the seeds; and in seedlings, stem size and diameter, root length and vigor, and leaf number were measured at two and eight weeks after sowing.

The results obtained showed a low toxicity in the germination stage of *Lupinus pubescens* Benth and a significant lethality in seeds of *Brugmansia sanguinea* Pers. Meanwhile, in seedlings the amount of initial leaves and root system had slight significant changes due to the effect of dimethyl-4-4'-bipyridyl (paraquat).

Keywords: seeds, seedlings, herbicide, toxicology.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Antecedentes... .. | 1 |
| 1.2 Alcance | 4 |
| 1.3 Justificación..... | 4 |
| 1.4 Objetivo General | 6 |
| 1.5 Objetivo Especifico | 6 |
| 1.6 Hipótesis | 6 |
| 2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO..... | 7 |
| 2.1 Herbicidas..... | 8 |
| 2.1.2 Tipos de herbicidas..... | 9 |
| 2.1.3 Clasificación Toxicológica | 10 |
| 2.1.4 Efectos en la salud humana | 11 |
| 2.1.5 Efectos en los ecosistemas | 11 |
| 2.2 1-1'-dimetil-4-4- bupiridilo (Paraquat)..... | 12 |
| 2.3 Especies de estudio..... | 13 |
| 2.3.1 Ashpa chocho | 13 |
| 2.3.2 Guanto | 15 |
| 3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA..... | 17 |
| 3.1 Recolección de semillas..... | 17 |
| 3.2 Tratamiento pre germinativo | 18 |
| 3.3 Preparación de soluciones | 18 |
| 3.4 Diseño Experimental | 19 |
| 3.4.1 Semillas..... | 19 |
| 3.4.2 Plántula..... | 21 |

| | |
|---|-----------|
| 3.5 Análisis y Procesamiento de datos..... | 23 |
| 3.5.1 Parámetros Biológicos en semillas..... | 23 |
| 3.5.2 Índices de toxicidad..... | 24 |
| 3.5.3 Análisis de varianza | 25 |
| 4. CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS | 26 |
| 4.1 Ashpa chocho..... | 26 |
| 4.1.1 Semillas | 26 |
| 4.1.1.1 Parámetros Biológicos..... | 26 |
| A. Germinación..... | 26 |
| B. Crecimiento Radicular..... | 26 |
| C. Crecimiento Epicótilo | 26 |
| D. Índice de Toxicidad | 26 |
| 4.2 Guanto | 32 |
| 4.3 Plántulas | 32 |
| 4.3.1 Desarrollo morfológico..... | 32 |
| 4.3.1.1 Tallo..... | 32 |
| 4.3.1.2 Hojas..... | 36 |
| 4.3.1.3 Sistema Radicular..... | 40 |
| 5. CAPÍTULO V. DISCUSIÓN | 43 |
| 6. CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y | |
| RECOMENDACIONES | 44 |
| 6.1 Conclusiones | 44 |
| 6.2 Recomendaciones | 46 |
| REFERENCIAS | 47 |

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la actualidad por el crecimiento demográfico que se sigue extendiendo día tras día, ha obligado al ser humano a producir mayor cantidad de alimentos en un lapso de tiempo mucho más corto, dando paso a la deforestación de bosques naturales, avance de la frontera agrícola en los páramos y el manejo inadecuado del suelo, provocando un desequilibrio en los ecosistemas (Paruelo, Guerschman y Verón, 2005).

Dada la necesidad de tener más tierras para sembrar, el hombre se ha visto obligado a lidiar y mantener un control sobre las malezas que pueden afectar a los cultivos; las malezas por lo regular atacan a todo tipo de siembras, pero tienen mayor predilección por los monocultivos (Laborda 2008). Con el fin de tener un mejor rendimiento en la actividad agrícola, las prácticas efectuadas deberían mantenerse como hace miles de años, las cuales se basaron en la rotación de cultivos o en la siembra de cultivos mixtos (Dayan et al., 2009).

Por otro lado, el principal método de control de las malezas en la agricultura, es a base de productos químicos con la consecuente contaminación ambiental (aire, agua y suelo) y daños a la salud del ser humano. La mayoría de productos que se utilizan son herbicidas los cuales tienen propiedades altamente cancerígenas, por lo que se busca reducir su uso y consecuentemente su impacto ambiental (Macías, 2012).

En la Unión Europea, el uso y distribución de varios herbicidas está seriamente controlado, puesto que existe una preocupación sobre los efectos negativos que causa sobre el medio ambiente y en especial sobre el ser humano. La presencia de contaminantes provenientes del uso de herbicidas está verificados tanto a nivel de suelo como en aguas subterráneas, pero la falta de datos contemporáneos

imposibilita un mayor estudio de los mismos (Vera, 2017).

Por otra parte, México se convirtió en el año 2009, en el país con mayor consumo a nivel mundial de herbicidas con un 21,6% de la producción global según datos estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (Aldana, 2011).

Teniendo en cuenta el continuo crecimiento del uso de plaguicidas a nivel mundial, la empresa Syngenta se coloca temporalmente como líderes mundiales en la venta de plaguicidas. Es así que, China se ha convertido en el mayor productor de glifosato en el mundo. En el 2012, el volumen de producción al que llegó fue de 400 mil toneladas (CCM Information Science and Technology, 2014).

Dentro de estos plaguicidas se encuentra el Paraquat, el cual constituye un herbicida bipyridílico que actúa por contacto, su formato de presentación es líquido en concentraciones del 20% para su uso agrícola. Su nombre químico es el 1-1'-dimetil-4-4'-bipyridilo y su único uso es en zonas agrícolas. Este herbicida está al alcance de los agricultores desde hace más de 50 años, desde que sus propiedades fueron descubiertas en 1955 y su posterior introducción al mercado mundial en 1962 con su principio activo, convirtiéndose de esta manera en el segundo agroquímico más vendido del mundo (López, 2014).

A nivel nacional, en un periodo de siete años desde el 2008 hasta el 2015 ingresaron 214 764 toneladas de pesticidas, con un valor cercano a los 1 608 millones de dólares. El crecimiento constante en la importación de plaguicidas coloca al país dentro de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), como el país (después de Colombia) con mayor consumo de pesticidas, superando a Bolivia y Perú (INEC, 2015).

Debido al espiral tóxica que prima en las tierras de monocultivo, existe en la actualidad un amplio listado de plagas y malezas que han adquirido resistencias a los productos químicos. Esto explica por qué en 2015, de acuerdo con datos del ESPAC, se distingue un alto uso de productos de categoría toxicológica tipo I y II ya sean en cultivos permanentes como transitorios dentro del Ecuador. Dicho esto, en el país más del

46% de quienes aplican los insumos químicos son los productores o agricultores, tienen dentro de sus preferencias agroquímicas el uso del Paraquat, el cual al ser de fácil captación e implementación se convierte un problema constante para el medio ambiente (ESPAC, 2015).

Usualmente, con el paso del tiempo la tierra va perdiendo sus características, lo que hace pensar a los agricultores que el agroquímico que están empleado disminuye su efectividad, por lo tanto, la solución más viable para ellos es mezclar todos los insumos que tengan a disposición para elevar la efectividad, sin darse cuenta de lo que están aumentando la toxicidad. El uso de agentes químicos en el norte del país constituye un gran problema, puesto que el 70.1% de individuos que utilizan estos productos lo hacen de acuerdo a su experiencia, es decir ellos determinan la dosis que vierten en sus campos (INEC, 2012).

Ni siquiera los pueblos indígenas de la Amazonía del Ecuador están exentos de la problemática de los plaguicidas. De acuerdo con el Informe sobre situación de salud en los poblados donde Texaco-Chevron efectuó su actividad petrolera, el 55,2% de las familias indígenas de nacionalidades Ai'Kofan, Siona y Siekopai, usan pesticidas y reconocen que después de la contaminación petrolera el uso de pesticidas es uno de los más importantes problemas a la salud que han tenido (UDAPT, 2017).

En conformidad con los resultados obtenidos por el INEC en 2015, relevante al uso y manejo de agroquímicos, tenemos datos alarmantes respecto al conocimiento de los efectos que causan estas sustancias a la salud; tan solo 2 de cada 10 personas ha recibido capacitación para el manejo, uso y precauciones pertinentes a la manipulación de estas sustancias. (INEC, 2015).

Teniendo en cuenta que la OMS ha clasificado al Paraquat como un herbicida moderadamente peligroso, clase II y la dosis letal mínima para el humano es de 10 a 15 ml del producto concentrado, lo que genera una mayor preocupación en el caso de contacto directo con este producto (Urdaneta, 2012).

Según varios estudios realizados, el Paraquat a bajas concentraciones no causa

ningún problema a las siembras que se aplica, en tanto si tiene un efecto altamente perjudicial sobre las malas hierbas, generando varios problemas en su funcionamiento que puede llegar a ser letal tanto en la etapa de crecimiento y desarrollo de las plántulas (Álvaro, 2007).

1.2 Alcance

El presente trabajo de tipo experimental fue realizado con el propósito de estudiar la respuesta germinativa y de desarrollo temprano de dos especies nativas de Quito ashpa chocho (*Lupinus pubescens* Benth) y guanto (*Brugmansia sanguinea* Pers), bajo distintas concentraciones de un herbicida altamente utilizado en la serranía ecuatoriana. Las variables de respuesta que se usó en este estudio fueron, germinación, crecimiento de epicotilo y radicular en las semillas; y en plántulas se midió el tamaño y diámetro de tallo, longitud y vigor radicular y número de hojas a las dos y ocho semanas de la siembra. Por tanto, con los resultados obtenidos se dio paso a visualizar la correlación existente entre la cantidad de solución administrada y respuesta biológica en las semillas y plántulas. El estudio contó con un total de 500 semillas por cada especie. La fase de germinación duró 10 días mientras que el seguimiento del desarrollo de las plántulas se hizo por 2 meses.

1.3 Justificación

El 1-1'-dimetil-4-4- bupiridilo es un herbicida de amplio impacto en la biodiversidad y en el ser humano, provoca efectos negativos a corto, mediano y largo plazo. El ser humano es uno de los principales afectados puesto que causa enfermedades respiratorias y gastrointestinales letales, mientras que en especies vegetales ocasiona la fragmentación de los ciclos de vida, muerte de especies y reducción en la biodiversidad (Ramírez, 2007).

En la literatura es posible encontrar referencias a estudios de toxicidad sobre especies de gramíneas, esto debido a que esta familia botánica especies con gran facilidad para soportar diversas concentraciones de herbicidas y poseen un desarrollo bastante

rápido, resultando en especies bastante prácticas para desarrollar bioensayos en un tiempo más corto (Calderon e Ibañez, 2013). Lamentablemente no se han realizado estudios de este tipo en especies arbustivas ni arbóreas.

Los servicios ecológicos que brindan el ashpa chocho (*Lupinus pubescens* Benth) y guanto (*Brugmansia sanguinea* Pers) son de proveer refugio y alimento para insectos, aves y pequeños mamíferos, así también como estabilización de suelo, retención de nutrientes y principalmente para el desarrollo y sustento de varios hábitats y micro hábitats (Sierra, 1999).

Ambas especies se desarrollan cerca de las riberas de ríos y quebradas, lugar donde se puede encontrar una gran biodiversidad. Estas zonas vegetales son de gran importancia ecológica que brindan refugio a especies propias de la zona, y ofrecen condiciones ambientales favorables, además ayudan a la estabilización de orillas, crecimiento de macrófitas, por último, intervienen como filtro ante la entrada de sustancias contaminantes y sedimentos en el cauce de fuentes hídricas; cumpliendo un papel de acumuladores de agua y sedimentos (Villamarín, Prat, Rieradevall, 2014). Convirtiéndose así los ecosistemas de ribera en sitios de mucha importancia por su alta diversidad biológica, alta productividad forestal y elevado dinamismo con los hábitats que acogen.

En el caso del Distrito Metropolitano de Quito se establece una amplia gama de ecosistemas vegetales boscosos, arbustivos y herbáceos, distribuidos en paisajes andinos y tropicales entre 490 y 4.950 msnm., con un alto nivel de endemismo y biodiversidad. Dentro de estos ecosistemas se puede evidenciar una tasa creciente e importante en la disminución poblacional de especies nativas de estas zonas entre ellos el ashpa chocho y guanto (Forestal, 2013).

Al día de hoy, en el Distrito Metropolitano de Quito no cuenta con información relacionada a contaminación de 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo de cara a la germinación de especies nativas. De tal manera y ante el continuo deterioro de los hábitats de ribera, se requiere la generación y desarrollo de información que pueda contribuir de manera positiva a la protección y cuidado de estas especies nativas de la ciudad.

La investigación se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero, donde se observó la respuesta germinativa de las semillas de: *Lupinus pubescens* Benth y *Brugmansia sanguinea* Pers (ashpa chocho y guanto), bajo distintas concentraciones del herbicida. También se evaluó la supervivencia y cambios morfológicos presentados en plántulas.

Cabe señalar que, dentro de la etapa inicial de germinación así como en los primeros días de desarrollo de la plántula, suceden varios procesos fisiológicos en los cuales la presencia de algún agente contaminante puede llegar a interferir tanto en el desarrollo como supervivencia de la planta; de tal forma que la etapa de germinación se convierte en una etapa muy sensible ante factores externos de tal manera que la elongación radicular y crecimiento del epicótilo forman parte de indicadores subletales importantes para el análisis de los efectos biológicos en la germinación de las semillas estudiadas (Rodriguez et al,2014).

1.4 Objetivo general

- Establecer los efectos toxicológicos del 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo en la germinación y desarrollo inicial de *Lupinus pubescens* Benth y *Brugmasia sanguinea* Pers.

1.5 Objetivos específicos

- Determinar la toxicidad del 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo sobre los procesos germinativos de *Lupinus pubescens* Benth y *Brugmasia sanguinea* Pers.
- Evaluar la supervivencia y cambios morfológicos en plántulas de *Lupinus pubescens* Benth tratados con 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo.

1.6 Hipótesis

H0₁ Los procesos de germinación, crecimiento de radícula en semillas de ashpa chocho y guanto no se ven afectados por la aplicación del 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo.

H1₁ Los procesos de germinación, crecimiento de radícula y epicotilo en semillas de ashpa chocho y guanto se ven afectados por la aplicación del 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo.

H0₂ La supervivencia y desarrollo morfológico de plantulas de ashpa chocho y guanto no se ven influenciados por el 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo.

H1₂ La supervivencia y desarrollo morfológico de plantulas de ashpa chocho y guanto se ven influenciados por el 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En la actualidad el crecimiento demográfico acelerado, ha obligado al ser humano a producir mayor cantidad de alimentos en un lapso de tiempo mucho más corto, dando paso a la deforestación de bosques naturales, avance de la frontera agrícola en los páramos y el manejo inadecuado del suelo, provocando un desequilibrio en los ecosistemas (Paruelo, Guerschman y Verón, 2005).

Dada la necesidad de tener más tierras para sembrar, el ser humano se ha visto obligado a lidiar y mantener un control sobre las malezas y demás especies competidoras que pueden afectar a los cultivos; este tipo de vegetación invasiva por lo regular atacan a todo tipo de siembras, pero teniendo como mayor predilección los monocultivos (Laborda 2008). Con el fin de tener un mejor rendimiento en la actividad agrícola, las personas dedicadas a esta actividad han tenido que recurrir al uso de productos químicos de síntesis para mantener sus cultivos en condiciones óptimas y de esta forma poder brindar alimentos de buena calidad. Este conflicto a dado paso al uso excesivo de herbicidas y pesticidas, abriendo camino a un sin número de problemas tanto ambientales, sociales y económicos (Dayan et al., 2009).

Desde el 2008 hasta el 2015 a Ecuador ingresaron 214 764 toneladas de pesticidas, con un valor aproximado de 1 608 millones de dólares. El crecimiento constante en la

importación de plaguicidas nos coloca dentro de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), como el país (después de Colombia) con mayor consumo de pesticidas, superando a Bolivia y Perú (INEC, 2015).

La aplicación de agro insumos en el Ecuador está presente en parte de la superficie sembrada y/o plantada, dando como resultado según datos del INEC, en el 2016 que el 50.03% corresponde a la superficie de plantaciones de cultivos permanentes que hacen uso de insumos químicos; dicha cifra tiene un incremento significativo para los cultivos transitorios que refleja un 78.24% en la utilización de estos agentes químicos.

En la agricultura actual, la variedad de productos químicos es bastante amplia, por lo cual es importante conocer los principales grupos de plaguicidas presentes en el mercado. Entre los que más destacan están los herbicidas (sulfitos, triazinas, diazinas, benzonitrilos, derivados benzoicos, bipyridilos y acetanilidas), insecticidas (clorados, organofosforados, carbamatos, piretroides y benzoilureas) y fungicidas (triazoles, metoxiacrilatos, bencimidazoles, derivados del benceno y ditiocarbomatos.) (Arregui y Puricelli, 2008).

2.1 Herbicidas

Los herbicidas en la actualidad cumplen un papel muy importante dentro del ámbito agrícola, ya que cada año aumenta su utilización y han llegado a sustituir en gran parte la labor mecánica y manual en el campo. Antes de la aparición de estos compuestos químicos, gran parte de las malezas o especies competidoras se retiraban de manera manual, lo que ocasionaba un rendimiento bajo en los agricultores (Bedmar, 2011). Por su alto grado de toxicidad gran parte de los herbicidas conllevan un gran riesgo a la salud de los trabajadores expuestos, población y medio ambiente (Burger y Fernández, 2004).

Los herbicidas son un grupo de sustancias químicas que pueden suprimir o matar el crecimiento de cierto tipo de plantas no deseadas o también llamadas malezas, estas a su vez consisten en cualquier especie vegetal no deseado que se desarrolla en un área específica y es capaz de interferir en el desarrollo de la planta deseada (Arias, Mora y Romero, 2019). Desde la década de 1940 estos productos químicos han sido

cada vez más sofisticados en cuanto al espectro de maleza controlada, duración del período de control y selectividad a los cultivos. Por tal motivo los herbicidas son productos probados y recomendados específicamente para determinados usos, lo que implica que son aptos para determinados cultivos que pueden tolerar perfectamente su toxicidad y ciertas especies de malezas que son susceptibles a estos agentes (Rosales y Sánchez, 2006).

En el ámbito nacional el uso de herbicidas por parte de los agricultores es continuo teniendo de esta manera que hacen uso en un 26.12% de herbicidas moderadamente peligrosos para cultivos permanentes, mientras que para los cultivos transitorios la cifra es un poco inferior con un 21.92%, dando a entender que los herbicidas forman parte importante en el proceso de las prácticas agrícolas que se realizan (INEC, 2016).

2.1.2 Tipos de herbicidas

Según la información del Instituto Ecuatoriano de Normalización, la clasificación de los herbicidas es la siguiente:

Modo de acción: se clasifican en inhibidores de la síntesis de aminoácidos, inhibidores del crecimiento de las plántulas, reguladores del crecimiento, inhibidores de la fotosíntesis, inhibidores de la síntesis de lípidos, ruptura de membranas celulares, inhibidores de pigmentos.

El herbicida empleado en esta investigación corresponde al grupo de inhibidores de la fotosíntesis; es decir que está relacionado al proceso que se lleva a cabo en la conversión de la energía luminosa en energía química, para de esta manera lograr la liberación del oxígeno y transformación del dióxido en azúcares (FAO, 2014).

De manera más específica, desvían el flujo de electrones en el extremo terminal del Fotosistema 1. Por tanto, la acción de estos herbicidas depende de la cantidad de luz captada para promover la dinámica de electrones y del oxígeno para producir un radical libre hidroxil, este radical libre interactúa de manera rápida con las membranas y aminoácidos de las proteínas de la planta ocasionando la destrucción de tejido foliar seguido de una necrosis o desecación de las hojas (Salisbury y Ross, 1992).

Tiempo de aplicación: pre siembra, preemergencia y post emergencia

Selectividad: se refiere a la capacidad que poseen algunos herbicidas para causar daños metabólicos o fisiológicos que terminan en la muerte de ciertas especies vegetales y otras no. Se clasifican en selectivos los cuales afectan solo a determinadas especies; mientras los no selectivos no distinguen la especie y afecta a todos por igual.

Tipo de acción: se refiere a cómo actúan una vez aplicada en la planta y se clasifican en herbicidas de contacto los cuales se centran en la destrucción de hojas y tallos donde se aplica el producto sin afectar la raíz y en herbicidas sistémicos los cuales son absorbidos por la planta y afecta a la totalidad de la planta.

Mediante la aplicación controlada de los herbicidas en el desarrollo de malezas se reduce considerablemente el destino y persistencia del herbicida en el suelo, así también como su potencial para contaminar las aguas superficiales y subterráneas siendo esta última clave para determinar la relación toxicológica para los próximos cultivos y para la calidad del agua de consumo (Ongley,1997).

De tal manera que cualquiera que sea el herbicida a ser aplicado, requiere de un amplio conocimiento técnico y el respeto de ciertas normas establecidas, tales como factores ambientales, horario y tecnología de aplicación y tamaño de las malezas, a fin de que esta práctica sea efectiva, y se cumpla el objetivo de la aplicación propiamente, que es controlar o desecar satisfactoriamente la maleza o cultivo con el herbicida (Taberner, Ranzenberger, y Zaragoza, 2007).

2.1.3 Clasificación Toxicológica

Los herbicidas son compuestos que al poseer diferente grado de toxicidad hacia el ser humano y otras especies de mamíferos se ha propuesto una clasificación toxicológica referida al efecto tóxico sobre los mamíferos y no referente al medio ambiente. La clasificación toxicológica se define mediante la dosis media (DL50), la cual puede ser ingerida, inhalada o absorbida a través de la piel (Álvaro, 2007).

La clasificación de los plaguicidas según su grado de toxicidad es la siguiente:

| | |
|--------------------------|---------------|
| 1. Extremadamente Tóxico | Categoría IA |
| 2. Altamente Tóxico | Categoría IB |
| 3. Moderadamente Tóxico | Categoría II |
| 4. Ligeramente Tóxico | Categoría III |

Tabla 1. Clasificación toxicológica de plaguicidas según (Álvaro, 2007).

2.1.4 Efectos en la salud humana

Los efectos de los herbicidas sobre la salud humana son diversos entre los principales encontramos problemas en el sistema renal, respiratorio, reproductor, nervioso, digestivo y endocrino. La cantidad de químicos presentes dentro de estos compuestos han aportado a enfermedades graves como alteraciones hepáticas, cambios neurológicos, alteraciones del metabolismo graso, infertilidad para ambos géneros y hasta indicios de cáncer. Estos efectos están asociados a los agricultores, aplicadores de herbicidas y expendedores los cuales por su ámbito laboral se encuentran en continuo contacto con estos productos (Benedico, 2002).

Los efectos que generan en la salud humano son crónicos y agudos, entendiéndose como efectos agudos aquellas intoxicaciones vinculadas a una exposición de corto tiempo, pero con efectos en el sistema localizados, en tanto los efectos crónicos son dichas manifestaciones vinculadas a la exposición a pequeñas dosis, pero por un periodo de tiempo mucho más largo (Puerto Rodríguez et al, 2014).

Así mismo, el efecto resultante por el uso de herbicidas va más allá de los organismos individuales y puede afectar a los ecosistemas. Según estudios efectuados en Suecia, la aplicación de herbicidas es uno de los factores que más interviene en la biodiversidad, además de eso se observa una gran contribución en la disminución de la fertilidad y estructura de los suelos y principalmente la degradación microbiana de la materia vegetal dando paso a la contaminación de aguas subterráneas (Torstensson, y Stenström, 1990).

2.1.5 Efectos en los ecosistemas

Los efectos que causan los herbicidas en los ecosistemas parten directamente del manejo inadecuado de estas sustancias como el lavado inadecuado de los tanques contenedores, mala disposición del almacenamiento, derrames accidentales entre otros. La unión de todos estos factores provoca su distribución en la naturaleza, los cuales se dispersan rápidamente y se convierten en contaminantes para los sistemas bióticos y abióticos respectivamente (Proaño, 2011).

Afectando así al clima, condiciones geomorfológicas de suelo, propiedades físico-químicas de las fuentes hídricas tanto superficiales como subterráneas. Por consiguiente, cuando estos contaminantes entran en las cadenas alimentarias, se distribuyen a través de ellas donde se concentran en cada nicho ecológico y se van acumulando durante el tiempo hasta llegar a una concentración letal para los organismos presentes en esa cadena trófica (Aguilar, Ulloa, Hidalgo, 2001).

En el suelo la contaminación sucede de dos formas: directa cuando se vierte el herbicida en un sitio en específico y de forma indirecta que ocurre por medio del arrastre de fuentes hídricas. La mayoría de herbicidas son degradados por microorganismos presentes en el suelo mismo en un tiempo relativamente corto, pero los herbicidas organoclorados son de eliminación más difícil persistiendo más tiempo, generando a su vez cambios en la estructura, textura y química del suelo. Como lo detalla Puerto Rodríguez, 2014 en una investigación efectuada sobre la persistencia de los organoclorados donde destaca que estos productos pueden permanecer en el suelo desde 10 a 30 años después de su aplicación.

La contaminación del agua por herbicidas es quizás el factor más importante en relación con la salud del ser humano y de los ecosistemas ya que es la base para la vida en nuestro planeta. Los efectos que produce esta contaminación están ligados a la acumulación e incremento en la concentración del tóxico tanto en seres acuáticos como en todas las cadenas tróficas dependientes de este recurso (Ongley, 1997).

2.2 1-1'-dimetil-4-4- bipyridilo (Paraquat)

El Paraquat es un herbicida bipyridílico que su forma de actuar es mediante el contacto, su presentación es de modo líquido y con una concentración del 20% para su implementación agrícola. Su composición química es 1-1'-dimetil-4-4- bipyridilo, se

lo conoce comercialmente como Gramoxone, Atil-La, Bioquat, Cafesaquat, Casaku, Zeneca. La tasa de mortalidad por intoxicación de paraquat es elevada. Las consecuencias de la intoxicación grave por paraquat están caracterizadas básicamente por la alteración en el funcionamiento de varios órganos como los riñones, pulmones e hígado. El pulmón es el órgano que tiene más repercusiones negativas cuando existe una intoxicación por paraquat; lo que desencadena primero en una insuficiencia respiratoria y posteriormente en una fibrosis pulmonar aguda siendo esta última, la causa más frecuente de defunción (Viales López, 2014).

La OMS en su Clasificación Recomendada de Plaguicidas según sus riesgos, clasifica el Paraquat como “Moderadamente Tóxico, clase II”. La dosis letal mínima estimada para humanos es 10 - 15 ml del producto concentrado, dosis letal media 110 - 150 mg/kg por vía oral en rata.

En el Ecuador, el 1-1'-dimetil-4-4- bupiridilo forma parte de la agricultura en el Ecuador desde hace ya varios años, con el afán de mejorar la tecnología agrícola e incrementar la producción, el agricultor ecuatoriano ha ido incrementando el consumo de herbicidas y plaguicidas entre ellos el mencionado paraquat para mantener el rendimiento de los cultivos y proteger sus cosechas. Sin embargo, el uso intensivo, extensivo e irracional de las dosis de estos conlleva consecuencias negativas sobre el ambiente y la salud de los consumidores (Monsalve y Trujillo, 2005).

En el Ecuador según datos del Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico CIATOX el paraquat es el tercer agente en la lista de los plaguicidas con mayor índice de intoxicación y constituye la primera causa de mortalidad por intoxicaciones en el país.

2.3 Especies de estudio

2.3.1 Ashpa chocho (*Lupinus pubescens* Benth).

Origen y Distribución

Especie herbácea nativa de la ciudad de Quito conocida con el nombre de ashpa chocho o allpa chocho. Fue nombrada para la ciencia en 1846 como *Lupinus*

pubescens por el botánico inglés George Bentham. Fue recolectada por primera vez por el botánico alemán Karl Theodor Hartweg en la zona rural de Rumipamba (Jaramillo, 2013, p. 22).

"Esta especie está distribuida en Venezuela, Ecuador y Colombia. En nuestro país se ha reportado hasta la provincia de Azuay, desde los 2000 hasta los 4000 msnm" (Jaramillo, 2013, p. 22). "Según Mc Bride (1957), en Los Andes se pueden diferenciar 83 especies del género *Lupinus*. El tarwi o chocho, se debe haber originado probablemente de una mutación espontánea de una o varias especies" (Proaño, 2011, p. 17).

Morfología



Fotografía 1. *Lupinus pubescens* Benth

Lupinus pubescens es una hierba terrestre o sub arbusto, perenne, de hasta 80 cm de alto, pubescente, raíz pivotante y robusta, tallo vigoroso, ramificado en forma de V, las hojas son digitadas y compuestas en grupos de hasta 9 foliolos, oblongos-lanceolados, presentan estipulas en la base del peciolo, su color va de verde a morado. La inflorescencia es racimosa y axilar, flores de color violeta intenso con blanco, con forma de mariposa, en racimos axilares (Aguilar, Ulloa e Hidalgo, 2001, pág. 47).

Poseen una bractéola corta, labio superior emarginado, inferior entero, corola formada por cinco pétalos: 1 estandarte, 2 quillas, 2 alas, es glabra. El fruto es una legumbre verde, pubescente. Las semillas son usualmente aplanadas y cubiertas total o parcialmente con excrecencias de color café claro a negro (Jaramillo, 2013, p. 22).

Usos populares

Las hojas del Ashpa chocho han sido utilizadas en emplasto, para curar el sarpullido, sus frutos y semillas sirven como alimento para los animales, las semillas tienen alcohol triterpénico llamado lupinol de propiedades insecticidas (Aguilar, Ulloa, & Hidalgo, 2001, p. 47). Esta especie caracterizada por la belleza de sus flores, es usada como planta ornamental para la decoración, también se usa como abono verde para enriquecer los suelos de parques, jardines y zonas de producción agrícola (Jaramillo, 2013, p. 22).

Importancia de *Lupinus pubescens*

Ashpa chocho, dentro de la flora quiteña está considerada una de las siete especies de flora patrimonial y emblemática del Distrito Metropolitano de Quito, debido a su importancia biológica, cultural y la relación cotidiana con los habitantes del DMQ (USFQ, 2012). En cuanto a quebradas del Distrito metropolitano de Quito, es empleada en la restauración de los bordes por su alto contenido de nitrógeno (Argüello et al, 2012).

2.3.2 Guanto (*Brugmansia sanguinea* Pers)

Origen y Distribución

Especie arbórea nativa de los Andes ecuatorianos es identificada por el nombre de floripondio, guanto, campana, chuchupanda. Fue descrita por Christiaan Hendrik Persoon en 1805 como *Brugmansia sanguinea*. Está distribuida entre las latitudes de 1500 a 3200 msnm, necesita de un suelo franco arcilloso con abundante cantidad de materia orgánica para subsistir, se ubica cerca de cuerpos de agua y a campo abierto. Es muy susceptible a inundaciones y comparte su habitat con otras especies

vegetales como el limón, jengibre entre otras (Griffin, y Lin, 2000).

Dentro del Distrito Metropolitano de Quito en la parroquia de Tumbaco se registra una gran cantidad de estas especies vegetales puesto que su clima favorece a su proliferación y mantenimiento. Cabe señalar que el tipo de suelo presente en esta zona (arenoso/arcilloso) ayuda de gran manera a mantener viva la especie dentro de la zona urbana (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2008)

Morfología



Fotografía 2. *Brugmansia sanguinea* Pers

Brugmansia sanguinea es un árbol con hojas grandes, membranosas, pecioladas, alternas y densamente pubescentes con un largo aproximado de 30 cm, el ápice es agudo y la base estrecha. Las flores son muy grandes con un amplio espectro de colores como blancas o amarillentas, en forma de péndulos que pueden medir hasta 30 cm de largo. Corola largamente funeliforme, cilíndrica en la parte baja, campanulada arriba; el limbo con 5 lóbulos acuminados. Estambres 5, inclusos; filamentos filiformes, anteras como de 3 cm de longitud. Ovario 2-ocular; estilo filiforme, cápsula fusiforme, inerme (Preissel y Preissel, 2002).

Usos Populares

Entre los usos más comunes está la aplicación sus hojas sobre la piel para tratar erupciones o problemas cutáneos, así también emplea para aliviar malestares

corporales como golpes o inflamaciones reumáticas, tiene acción sobre el sistema digestivo y respiratorio controlando problemas gripales y asma. El uso de hojas frescas se utiliza para la elaboración de ungüentos que ayudan a aliviar el dolor de cabeza. Por último, cuando se trituran las hojas, estas ayudan a mitigar los dolores bucales, así también favorece a desinflamar las glándulas parótidas. (Flores, 2011).

Importancia

El guanto tiene una importancia ecológica sumamente grande puesto que su gran tamaño sirve como refugio para animales pequeños, además el néctar de sus flores sirve de alimento tanto para insectos, colibríes y murciélagos. El compuesto químico de sus flores puede ser empleado como insecticida natural en cultivos de papas. Dentro de la flora quiteña el guanto es ocupado como una especie de ornamenta por sus coloridas y llamativas flores (Yáñez y Ayala, 2008).

3 CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo experimental, se trabajó bajo condiciones controladas en invernadero. Con el propósito de determinar los efectos del 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo (herbicida moderadamente tóxico), sobre los procesos germinativos y de desarrollo temprano de dos especies nativas de la ciudad de Quito. El estudio tuvo dos componentes: el primero fue la germinación de semillas, y el segundo fue la germinación y desarrollo de plántulas en suelo.

3.1 Recolección de semillas

A. Guanto

Siguiendo la metodología propuesta por Gold et, al. (2004), las semillas de guanto se obtuvieron de árboles adultos los cuales tuvieron un dosel totalmente desarrollado, lo que garantiza una mayor calidad de semillas. Para la recolección de las semillas se tomó en cuenta el estado de los frutos, los cuales tenían una tonalidad verde oscuro, lo que indica que ya se encontraban maduros, estado fisiológico indispensable para que las semillas sean viables. Se recolectaron 11 frutos de 10

árboles y posteriormente se separaron las semillas y se seleccionó alrededor de 50 semillas de cada fruto. El tratamiento pre germinativo de la semilla del guanto se lo realizó mediante la hidratación del fruto durante 12 horas con agua fría, luego de eso se procedió a retirar la cascara que contiene a la semilla como manifiesta Lizarde et, al. (2011).

B. Ashpa chocho

Para obtener las semillas del ashpa chocho se tomó en cuenta que los arbustos sean adultos, plenamente desarrollados, puesto que en individuos jóvenes las semillas no son viables como manifiesta Cuevas, 1996. Se recolectaron alrededor de 100 vainas de 20 individuos adultos. Se obtuvieron alrededor de 600 semillas. Las semillas ashpa chocho fueron extraídas de vainas las cuales en su interior albergan entre 5 a 6 semillas.

3.2. Tratamiento pre germinativo

A. Guanto

Se realizó la escarificación a las semillas con ayuda de una lija de grano de 80 para fragilizar la testa y favorecer la hidratación. Posteriormente las semillas fueron colocadas en agua potable durante 12 horas a temperatura ambiente.

B. Ashpa chocho

Se realizó la escarificación a las semillas con ayuda de una lija de grano de 80 para fragilizar la testa y favorecer la hidratación. Posteriormente las semillas fueron colocadas en agua potable durante 12 horas a temperatura ambiente.

3.3. Preparación de las soluciones

Para preparar las soluciones de 1-1'-dimetil-4-4- bipyridilo se partió de la concentración comercial especificada por el comerciante (0,0276gr/l), de tal modo que a partir de dicha concentración se estableció una dilución al 50% y 200% del herbicida. Por lo tanto, para el tratamiento 1 se colocaron 60 ml de herbicida

y se aforó a 940 ml con agua potable reposada siete días, para el tratamiento 2 se colocaron 30 ml del herbicida y se aforó en 970 ml de agua reposada y para el tratamiento 3 se tomaron 15 ml del producto y se diluyó en 985 ml de agua potable reposada. Dando como resultado:

| | 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo |
|------------------------|------------------------------------|
| Concentración 1 | 0.0166 gr/ml |
| Concentración 2 | 0.00828 gr/ml |
| Concentración 3 | 0.00414 gr/ml |

Tabla 2. Preparación de soluciones

3.4 Diseño experimental

Fase de Germinación

La siembra consistió en el montaje de las semillas de las especies de estudio en envases plásticos transparentes, previamente desinfectados con alcohol para eliminar cualquier tipo de patógeno. En los envases se utilizaron tres capas de papel absorbente como sustrato. En cada envase se colocó un total de 10 semillas (Universidad Nacional del Nordeste, 2006).

3.4.1. Semillas

En el presente estudio se evaluó la respuesta germinativa de dos especies nativas mediante la germinación de semillas en envases plásticos con diferentes concentraciones del herbicida 1-1'-dimetil-4-4- bipiridilo. En cada caja se colocarán 10 semillas sobre tres discos de papel absorbente, posteriormente las semillas fueron regadas con el herbicida en las concentraciones previamente establecidas (Aquilano et, al, 2017).

Por cada tratamiento realizado se emplearon cinco repeticiones, dando un total de 20 unidades experimentales (UE) por cada especie estudiada. Los bioensayos permanecieron siempre cerrados a excepción cuando se humedeció el interior con el contaminante en cuestión (López, et al, 2016). Al décimo día desde el inicio del ensayo se midió la germinación, longitud de la radícula y epicotilo (Rodríguez, 2008). El ensayo se llevó a cabo en un lugar donde se pudo controlar las condiciones ambientales más importantes como la cantidad de luz recibida (fotoperiodo) 12/12 y una temperatura promedio de 22 a 14 °C respectivamente (Loureiro, 2001).

| Variables Independientes | Niveles | Tratamientos | Repeticiones | Réplica |
|---|-----------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Concentración de 1'-dimetil-4,4'-bipiridilo | CC1: 0.0166 gr/ml | T1 | 5 repeticiones por tratamiento | 10 semillas por repetición |
| | CC2: 0.0083 gr/ml | T2 | | |
| | CC3: 0.0041 gr/ml | T3 | | |
| | CC0: Agua reposada | T0 | | |

Tabla 3. Diseño experimental germinación

Variables dependientes

- Germinación: se consideró como semillas ya germinadas a las muestras que tenían un brote significativo mayor a 3 mm, como resultado de la ruptura de la testa y aparición de la radícula. Los datos se presentan en porcentaje (Doria, 2010).
- Tamaño de la radícula: se tomó en cuenta a la semilla ya germinada con una radícula mayor a 3 mm en la primera medición y en la segunda medición se efectuó sin excepción alguna. Los datos se presentan en mm.

- Tamaño del epicótilo (mm): se tomó en cuenta a la semilla ya germinada con un epicótilo superior a 3 mm sin excepción alguna. Los datos se presentan en mm.

Constantes

- Cantidad de luz: (12 horas luz, 12 horas de oscuridad)
- Riego: se humectó el bioensayo cada 2 días con 5ml de la solución del herbicida.
- Sustrato: discos de papel absorbente.
- Temperatura: temperatura ambiente (15-20°C).

3.4.2 Plántulas

Fase de Plántulas

La siembra de las semillas se realizó en envases plásticos, previamente desinfectados para eliminar cualquier tipo de patógeno. A los envases se les realizó varios orificios en la base con el fin de eliminar el agua excedente que se pueda generar. Una vez efectuado este procedimiento se colocó el sustrato, en este caso tierra negra, la cual fue homogenizada y puesta a punto para albergar a las semillas. En cada repetición se colocaron un total de 3 semillas. El número total de unidades experimentales fue de 40 por especie estudiada.

| Variables Independientes | Niveles | Tratamientos | Repeticiones | Réplica |
|--|----------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Concentración de 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo | CC1: 0.0166 gr/ml | T1 | 10 repeticiones por tratamiento | 3 semillas por repetición |
| | CC2: 0.0083 gr/ml | T2 | | |
| | CC3: 0.0041 gr/ml | T3 | | |

| | | | |
|--|-----------------------|----|--|
| | CC0: Agua reposada | T0 | |
|--|-----------------------|----|--|

Tabla 4. Diseño experimental plántulas

Variables dependientes

- **Germinación:** se consideró como plántula, es decir proceso de germinación superado, cuando en la superficie se observó individuos con hojas embrionales.
- **Supervivencia:** se consideró el número de plántulas vivas a los 15 y 30 días iniciado el ensayo.
- **Desarrollo:** se consideró varios aspectos en esta etapa: el tamaño de la plántula, número y estado fisiológico de las hojas y tamaño del sistema radicular:
 - **Tallo:** se tomó en cuenta el tamaño y diámetro del tallo de cada plántula al finalizar el ensayo; efectuando una comparación de la variación del tallo entre el inicio y fin del proyecto.
 - **Hojas:** se enumeró la cantidad de hojas desde la segunda hasta la octava semana del ensayo. De tal manera que se pudo establecer una relación entre la cantidad de hojas al inicio del riego y al finalizar el proyecto.
 - **Sistema radicular:** se consideró el tamaño de la raíz principal y apariencia sistema radicular una vez finalizado el proyecto. La apariencia del sistema radicular se calificó en 3 diferentes niveles según la siguiente tabla:

| Nivel | N1. Café | N3. Intermedio | N5. Gris |
|----------------|--------------------------------|--|-------------------------------|
| Característica | Raíces con color café orgánico | Raíces con color café más claro y seco | Raíces con color gris y secas |
| Valor | 2 | 1 | 0 |

Constantes

- Cantidad de luz: (12 horas luz, 12 horas de oscuridad)
- Riego: se humectó el bioensayo cada 2 días con 15ml de la disolución del 1-1'-dimetil-4-4- bipyridilo.
- Sustrato: tierra negra.
- Temperatura: temperatura ambiente (15-20°C).

3.5 Análisis y procesamiento de datos

3.5.1 Parámetros Biológicos en semillas

Para obtener el porcentaje de germinación de las semillas se tomará en cuenta a los 3 tratamiento evaluados y al testigo mediante el uso de ecuaciones. (Rodríguez Romero, 2014).

Porcentaje de germinación relativa de las semillas

$$\text{GRS} = \frac{\text{Número de semillas germinadas con 1-1'-dimetil-4-4- bipyridilo}}{\text{Número de semillas germinada en agua dura o testigo}} * 100$$

Crecimiento de la radícula

Indica el porcentaje del crecimiento de la radícula de las semillas que fueron sometidas a distintas concentraciones de paraquat en relación con las semillas de testigo.

$$\text{CRR} = \frac{\text{Longitud promedio de la radícula 1-1'-dimetil-4-4- bipyridilo}}{\text{Longitud promedio de la radícula en agua dura o testigo}} * 100$$

Índice de germinación

Toma como referencia al porcentaje de germinación relativa de las semillas en relación con el crecimiento relativo de la radícula de cada unidad experimental.

$$\mathbf{IG\ (\%) = GRS * CRR}$$

GRS= porcentaje de germinación relativa de las semillas.

CRR= crecimiento relativo de a radícula.

Índices del porcentaje de germinación residual normalizado

Se lo calcula a través de los valores adquiridos de las semillas germinadas de cada tratamiento, menos el porcentaje de semillas germinadas del testigo. Estos valores indicarán la presencia toxicidad en las dos especies estudiadas.

$$\mathbf{IGN = \frac{GERM(X) - GERM(T)}{GERM(T)}}$$

GERM (X)= porcentaje promedio de semilla germinadas en tratamientos

GERM (T)= porcentaje de semillas germinadas en el testigo

Índices del porcentaje de elongación radicular residual normalizado

Se obtiene de las diferencias de longitudes radiculares de cada tratamiento, con relación a los valores de longitud de la radícula del testigo. Estos valores indicarán la presencia toxicidad de los tratamientos.

$$\mathbf{IER = \frac{Elon(X) - Elon(T)}{Elon(T)}}$$

Elon (X)= longitud promedio de la radícula de las semillas germinadas de cada tratamiento

Elon (T)= longitud de la radícula de la semilla germinada del testigo.

3.5.2 Índices de toxicidad

Un estudio realizado por González et, al. 2011, propone que para efectuar el estudio sobre toxicidad en bioensayos se deberá hacer mediante los índices que se establecen con valores desde -1 a > 0 teniendo en cuenta los criterios:

Tabla 5.

Criterios de toxicidad

| Valor | Criterio |
|---------------|--------------------|
| 0 a -0.25 | Baja Toxicidad |
| -0.25 a -0.50 | Toxicidad moderada |
| -0.50 a -0.75 | Muy Tóxico |
| -0.75 a -1 | Altamente Tóxico |

3.5.3 Análisis de varianza

El ANOVA es una prueba estadística que corrobora la hipótesis de que las medias entre dos o más poblaciones son iguales o no. Este análisis es importante puesto que permite comparar las medias de las variables de respuesta en los distintos niveles. Los análisis ANOVA requieren datos de poblaciones que mantienen una distribución aproximadamente normal con varianzas similares entre los niveles de los factores (Fallas, 2012). Para este trabajo se hizo uso del programa Infostat donde se realizó el análisis de varianza. En la etapa de germinación se usó porcentajes; para el crecimiento radicular y del epicótilo los datos fueron normalizados, ya que la prueba de Shapiro Wilks reveló que los datos no eran normales. Así mismo, para las variables mencionadas anteriormente se efectuó la prueba de comparación de Tukey. Todos los análisis efectuados fueron comparados los tratamientos versus el testigo.

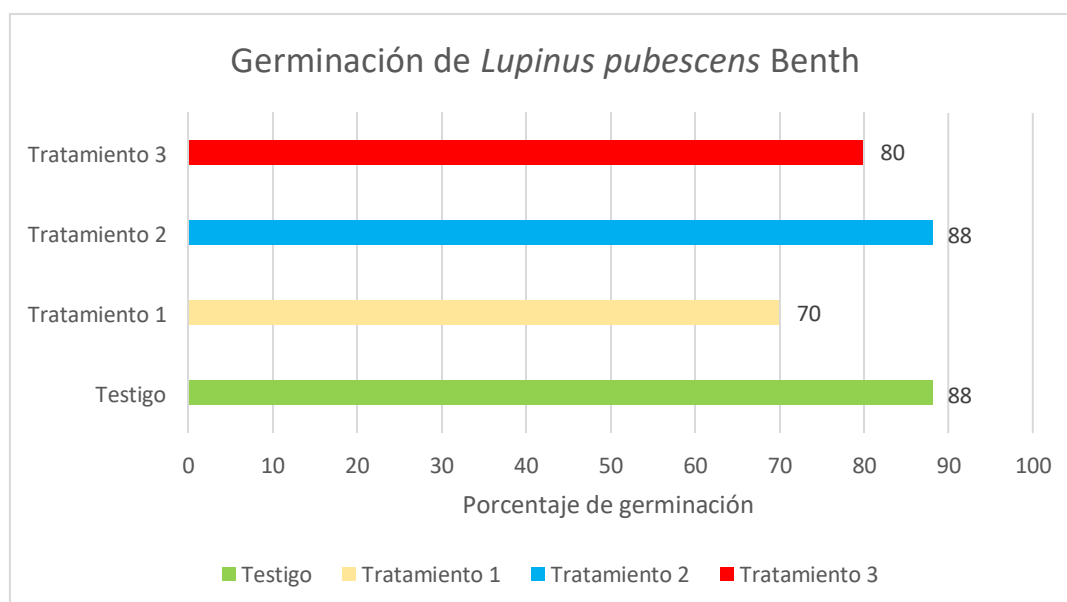
4 CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 Ashpa Chocho

4.1.1 Semillas

4.1.1.1 Parámetros biológicos

A. Porcentaje de germinación



En el testigo se dio una germinación del 88%, lo que coincide con los porcentajes normales de germinación en campo (Proaño, 2011). En tanto que, los tratamientos 1 y 3 tuvieron una leve minoría en este porcentaje, de 70 y 80% respectivamente, en tanto el tratamiento 2 tuvo un porcentaje igual al testigo.

Tabla 6.

Análisis de varianza en la germinación de Ashpa chocho

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| Germinación % | 20 | 0.43 | 0.32 | 2.82 |

| F.V | SC | GI | CM | F | p~valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 0.19 | 3 | 0.06 | 4.04 | 0.0257 |
| Tratamiento | 0.19 | 3 | 0.06 | 4.04 | 0.0257 |
| Error | 0.25 | 16 | 0.02 | | |
| Total | 0.43 | 19 | | | |

Dentro del análisis de varianza efectuado, muestra que si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos realizados puesto que el p~valor es de 0.0257.

Tabla 7.

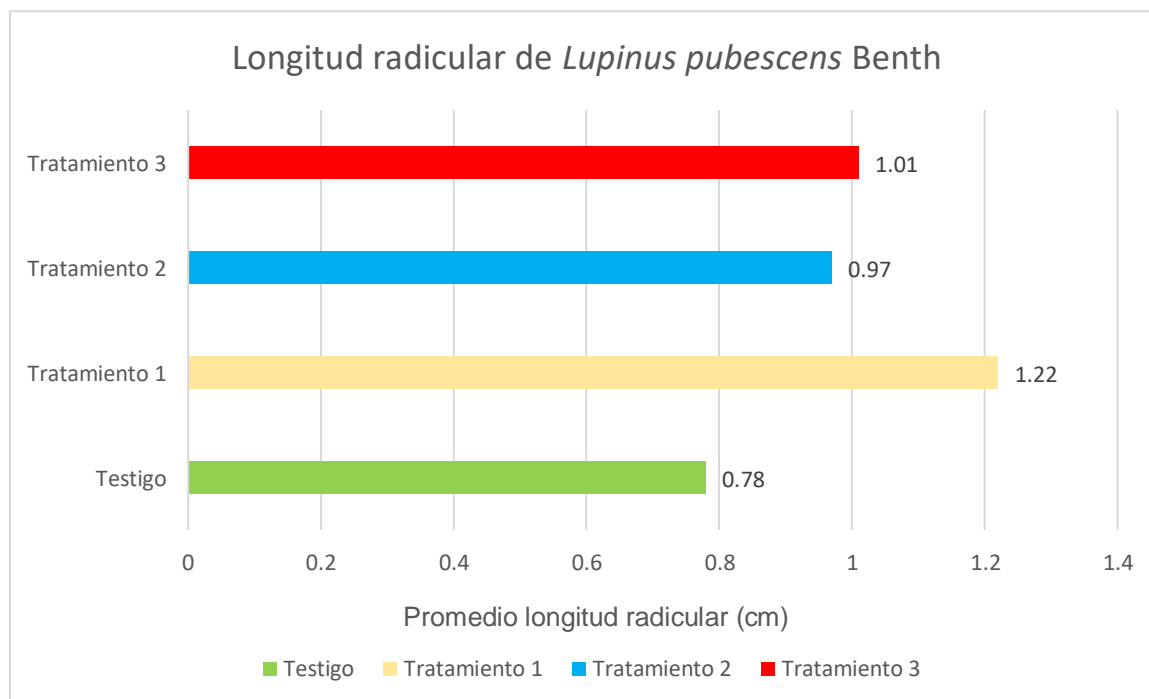
Análisis de Tukey

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|---|----------|
| 1 | 4.24 | 5 | 0.06 A |
| 3 | 4.37 | 5 | 0.06 A B |
| 2 | 4.47 | 5 | 0.06 B |
| 0 | 4.48 | 5 | 0.06 B |

El análisis de Tukey indica que existen 3 agrupaciones A, A-B y B. La agrupación A: con el tratamiento de mayor concentración. La agrupación A-B: con el tratamiento de

menor concentración. La Agrupación B: con el tratamiento testigo y el tratamiento 2 con una concentración media.

B. Crecimiento radicular



En el testigo se dio un promedio en la longitud radicular de 0.78 cm. En tanto que, los tratamientos tuvieron un leve incremento en el promedio, de 1.22, 0.97 y 1.01 cm respectivamente.

Tabla 8.

Análisis de varianza en la longitud radicular de Ashpa chocho

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Germinación % | 20 | 0.13 | 0.00 | 29.55 |

| F.V | SC | gl | CM | F | p~valor |
|--------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 0.44 | 3 | 0.15 | 0.78 | 0.5212 |

| | | | | | |
|--------------------|------|----|------|------|--------|
| Tratamiento | 0.44 | 3 | 0.15 | 0.78 | 0.5212 |
| Error | 3.01 | 16 | 0.19 | | |
| Total | 3.45 | 19 | | | |

Dentro del análisis de varianza efectuado, muestra que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos realizados puesto que el p-valor es de 0.5212.

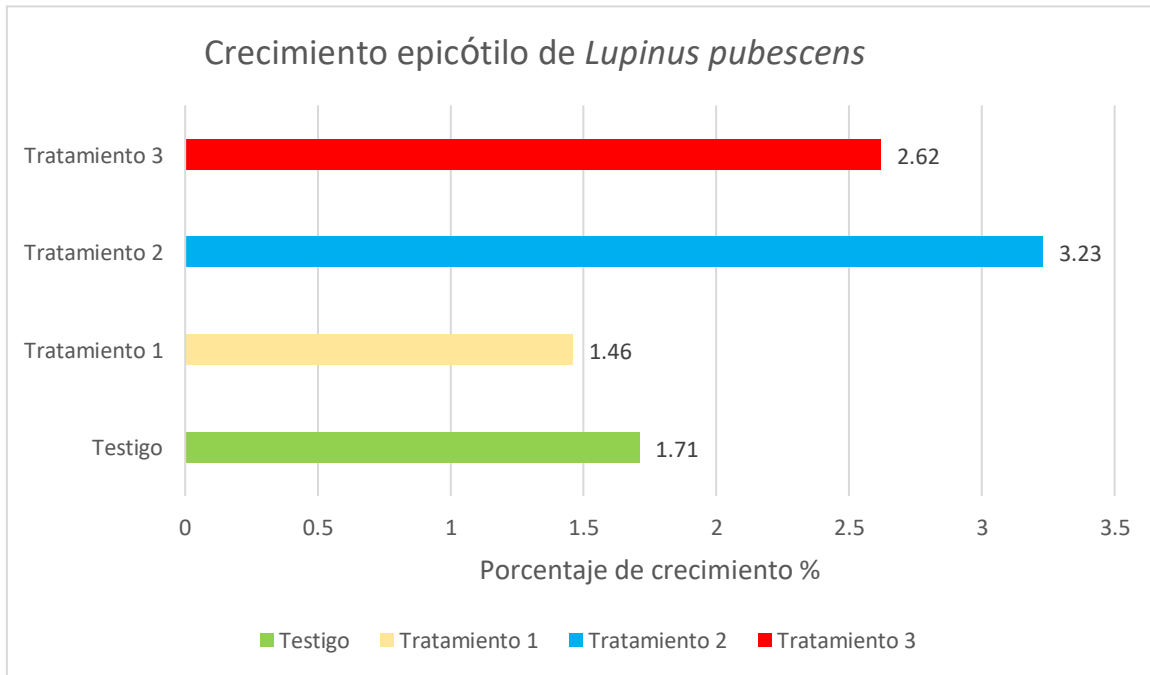
Tabla 9.

Análisis de Tukey

| Tratamiento | Medias | N | E.E. |
|--------------------|---------------|----------|-------------|
| 1 | 1.32 | 5 | 0.19 A |
| 2 | 1.39 | 5 | 0.19 A |
| 3 | 1.46 | 5 | 0.19 A |
| 0 | 1.71 | 5 | 0.19 A |

El análisis de Tukey indica que existen 1 sola agrupación. La agrupación A: con el tratamiento 1, 2, 3 y 0

C. Crecimiento epicótilo



El tratamiento 2 tuvo un crecimiento del epicótilo promedio de 3.23 cm. En tanto que, el testigo con los tratamientos 3 y 1 tuvieron un crecimiento menor, de 1.71, 2.62 y 1.46 cm respectivamente.

Tabla 10.

Análisis de varianza en el crecimiento de epicótilo de Ashpa chocho

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------------|----|----------------|-------------------|---------|
| Germinación % | 20 | 0.13 | 0.00 | 1015.18 |

| F.V | SC | GI | CM | F | p~valor |
|--------------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 1.33 | 3 | 0.44 | 0.77 | 0.5252 |
| Tratamiento | 1.33 | 3 | 0.44 | 0.77 | 0.5252 |
| Error | 9.14 | 16 | 0.57 | | |
| Total | 10.47 | 19 | | | |

Dentro del análisis de varianza efectuado, muestra que no hay ninguna diferencia significativa entre los tratamientos realizados puesto que p-valor es de 0.5252.

Los resultados del bioensayo no demostraron una injerencia significativa por parte del herbicida en el proceso de crecimiento del epicótilo de las semillas de Ashpa chocho.

Tabla 11.

Análisis de Tukey

| Tratamiento | Medias | N | E.E. |
|-------------|--------|---|--------|
| 0 | -0.36 | 5 | 0.34 A |
| 1 | 0.14 | 5 | 0.34 A |
| 3 | 0.26 | 5 | 0.34 A |
| 2 | 0.26 | 5 | 0.34 A |

El análisis de Tukey indica que todos los tratamientos se encuentran en un mismo lote, lo cual muestra que no hay diferencias entre los tratamientos efectuados.

D. Índices de toxicidad

Tabla 12.

Índices de toxicidad

| TRATAMIENTOS | GRS | CRR | IG | IGN | IER | TOXICIDAD |
|---------------------|-------|-------|---------|-------|-------|----------------|
| T1= CC1 0.0552 g/l | 79.55 | 77.19 | 6140.35 | -0.20 | -0.23 | Baja toxicidad |
| T2= CC2 0.0276 g/l | 100 | 81.29 | 8128.65 | 0 | -0.19 | Baja toxicidad |
| T3= CC3 0.0138 g/l | 90.91 | 85.38 | 7761.83 | -0.09 | -0.15 | Baja toxicidad |
| T0= CC0 Testigo g/l | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Testigo |

Como se observa en la tabla 8, el índice de toxicidad presentado por las semillas de ashpa chocho durante la germinación y desarrollo inicial fue BAJO, frente al 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo (paraquat) en las concentraciones trabajadas.

4.2 Guanto

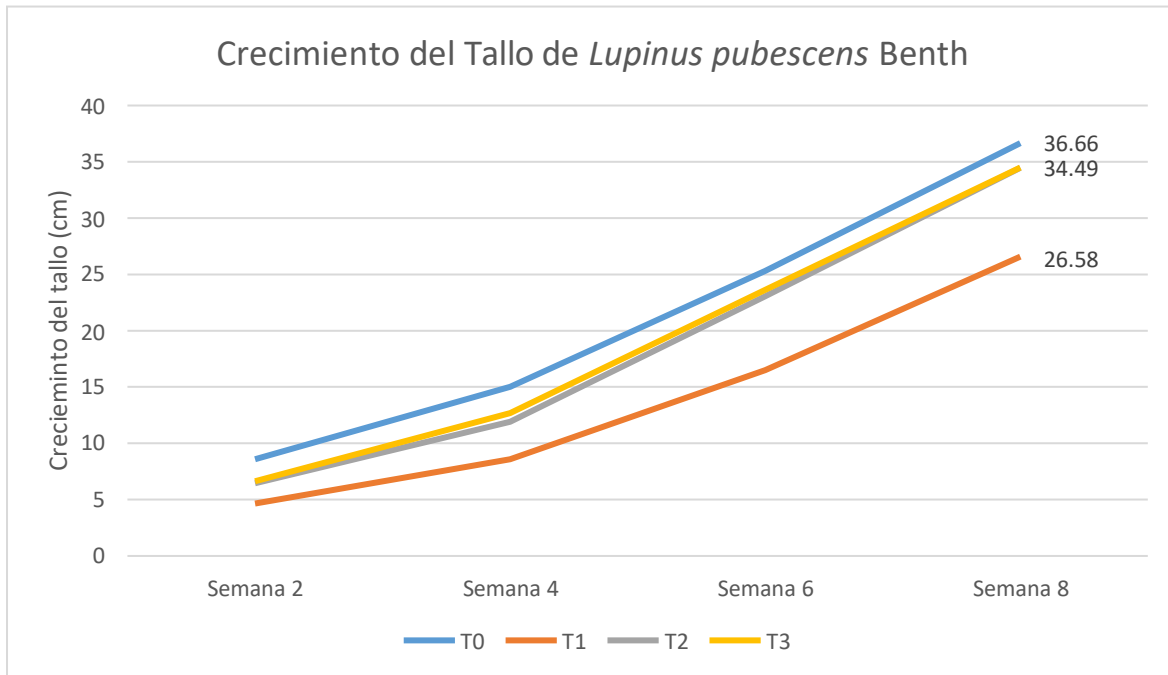
Dicho esto, el proceso de germinación del guanto fue fuertemente afectado por el herbicida, ya que al ser sometido a las mismas condiciones que el ashpa chocho este no tuvo ningún índice de supervivencia. Al cabo de 1 mes de ensayos con dichas semillas el 90% de los individuos estudiados entró en una etapa de descomposición al estar en contacto con el herbicida.

Por consiguiente, no se muestra ningún tipo de tabulación ya que no se tuvo éxito con esta especie estudiada, como se puede observar en los anexos.

4.3 Plántulas

4.3.1 Desarrollo Morfológico

4.3.1.1 Tallo



En el testigo se dio un crecimiento promedio final del tallo de 36.66 cm. En tanto que, los tratamientos tuvieron una minoría en el promedio final, de 26.58, 34.47 y 34.49 cm respectivamente.

Tabla 13.

Análisis de varianza del crecimiento del tallo

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Crecimiento Tallo | 80 | 0.07 | 0.03 | 43.89 |

| F.V | SC | GI | CM | F | p~valor |
|--------------------|----------|----|--------|------|---------|
| Modelo | 757.48 | 3 | 252.49 | 1.87 | 0.1413 |
| Tratamiento | 757.48 | 3 | 252.49 | 1.87 | 0.1413 |
| Error | 10244.94 | 76 | 134.80 | | |

| | | |
|--------------|----------|----|
| Total | 11002.42 | 79 |
|--------------|----------|----|

Dentro del análisis de varianza efectuado, muestra que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos realizados puesto que el p-valor es de 0.1413.

Tabla 14.

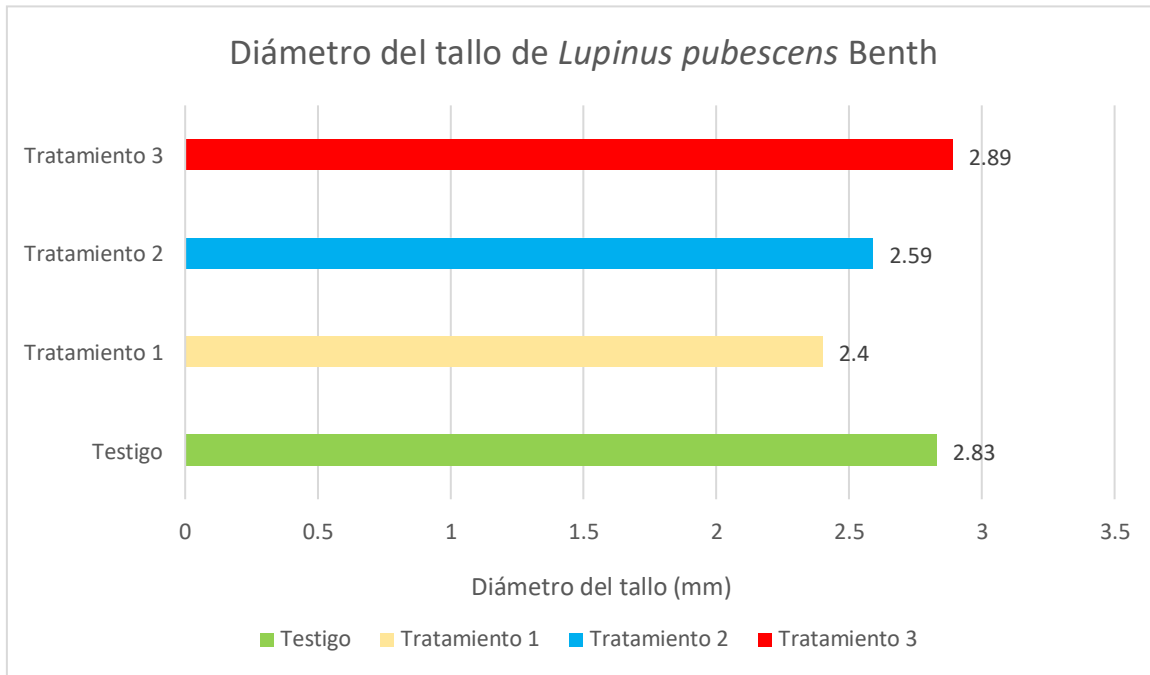
Análisis de Tukey

| Tratamiento | Medias | N | E.E. |
|--------------------|---------------|----------|-------------|
| 1 | 18.99 | 20 | 2.60 A |
| 0 | 25.32 | 20 | 2.60 A |
| 2 | 25.92 | 20 | 2.60 A |
| 3 | 26.76 | 20 | 2.60 A |

El análisis de Tukey indica que todos los tratamientos se encuentran en un mismo lote, lo cual muestra que no hay diferencias entre los tratamientos efectuados.

Durante el tiempo de investigación las plántulas tuvieron un crecimiento de tallo positivo, reflejándose de esta manera en los datos obtenidos anteriormente, teniendo un mayor crecimiento el tratamiento 3 el cual tuvo la concentración más baja de 0.0138 g/l siendo así el tratamiento que menos afectación tuvo por acción del herbicida, pero para la puesta general de la muestra estos datos obtenidos no fueron significativos.

B. Diámetro del tallo



El testigo tuvo un diámetro promedio final de 2.83 mm. En tanto que, los tratamientos tuvieron una mínima disminución en el diámetro final, de 2.40, 2.59 y 2.89 mm respectivamente

Tabla 15.

Análisis de la varianza del diámetro del tallo

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Diámetro tallo | 80 | 0.03 | 0.00 | 41.86 |

| F.V | SC | GI | CM | F | p~valor |
|--------------------|-------|----|------|------|---------------|
| Modelo | 3.13 | 3 | 1.05 | 0.83 | 0.4796 |
| Tratamiento | 3.13 | 3 | 1.05 | 0.83 | 0.4796 |
| Error | 95.30 | 76 | 1.25 | | |
| Total | 98.43 | 79 | | | |

Dentro del análisis de varianza efectuado, muestra que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos realizados puesto que el p-valor es de 0.4796.

Tabla 16.

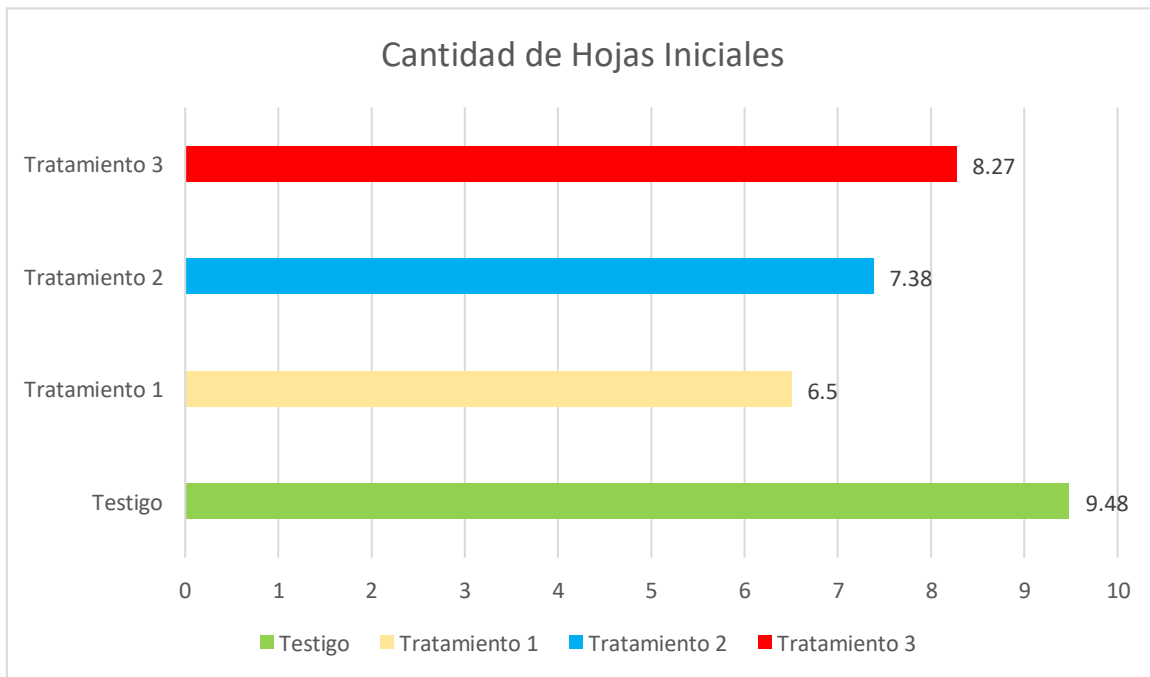
Análisis de Tukey

| Tratamiento | Medias | N | E.E. |
|--------------------|---------------|----------|-------------|
| 1 | 2.40 | 20 | 0.25 A |
| 2 | 2.59 | 20 | 0.25 A |
| 0 | 2.83 | 20 | 0.25 A |
| 3 | 2.89 | 20 | 0.25 A |

El análisis de Tukey indica que existen 1 sola agrupación. La agrupación A: con el tratamiento 1, 2, 0 y 3.

4.2.1.2 Hojas

A. Hojas iniciales



En el testigo se dio una cantidad inicial promedio de hojas de 9.65. En tanto que, los tratamientos tuvieron un notable descenso en la cantidad de hojas iniciales, de 6.5, 7.35 y 8.55 respectivamente.

Tabla 17.

Análisis de la varianza hojas a los 15 días

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Hojas iniciales | 80 | 0.11 | 0.08 | 43.09 |

| F.V | SC | GI | CM | F | p~valor |
|--------------------|--------|----|-------|------|---------------|
| Modelo | 113.94 | 3 | 37.98 | 3.14 | 0.0301 |
| Tratamiento | 113.94 | 3 | 37.98 | 3.14 | 0.0301 |
| Error | 919.05 | 76 | 12.09 | | |

| | | |
|--------------|---------|----|
| Total | 1032.99 | 79 |
|--------------|---------|----|

Dentro del análisis de varianza efectuado, muestra que si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos realizados puesto que el p-valor es de 0.0301.

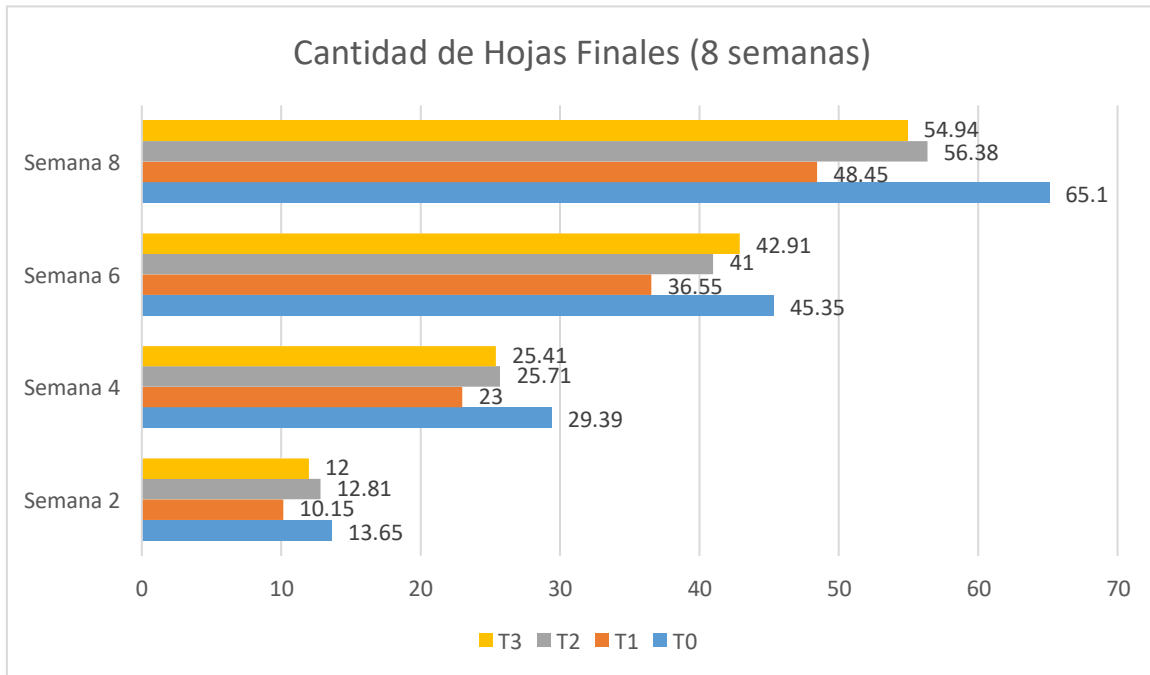
Tabla 18.

Análisis de Tukey

| Tratamiento | Medias | N | E.E. |
|--------------------|---------------|----------|-------------|
| 1 | 6.50 | 20 | 0.78 A |
| 2 | 7.35 | 20 | 0.78 A B |
| 3 | 8.55 | 20 | 0.78 A B |
| 0 | 9.65 | 20 | 2.60 B |

El análisis de Tukey indica que existen 3 agrupaciones A, A-B y B. La agrupación A: con el tratamiento de mayor concentración. La agrupación A-B: con el tratamiento 2 y 3 con concentraciones menores. La Agrupación B: con el tratamiento testigo.

B. Hojas finales (8 semanas)



En el testigo se dio una cantidad final promedio de hojas de 58.3. En tanto que, los tratamientos tuvieron un mínimo descenso en la cantidad de hojas finales, de 44.5, 52.15 y 51.7.

Tabla 19.

Análisis de la varianza hojas finales

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Hojas finales | 80 | 0.06 | 0.02 | 40.02 |

| F.V | SC | gl | CM | F | p~valor |
|--------------------|----------|----|--------|------|---------|
| Modelo | 1897.65 | 3 | 632.55 | 1.48 | 0.2269 |
| Tratamiento | 1897.65 | 3 | 632.55 | 1.48 | 0.2269 |
| Error | 32497.90 | 76 | 427.60 | | |
| Total | 34395.55 | 79 | | | |

Dentro del análisis de varianza efectuado, muestra que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos realizados puesto que el p-valor es de 0.2269.

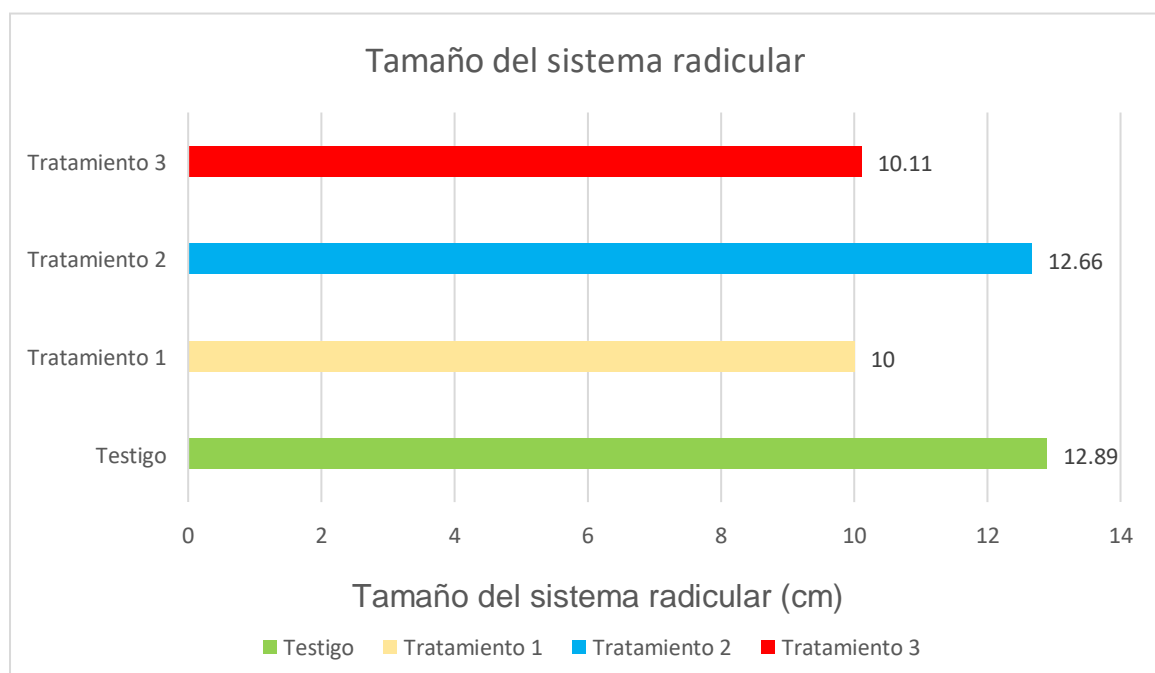
Tabla 20.

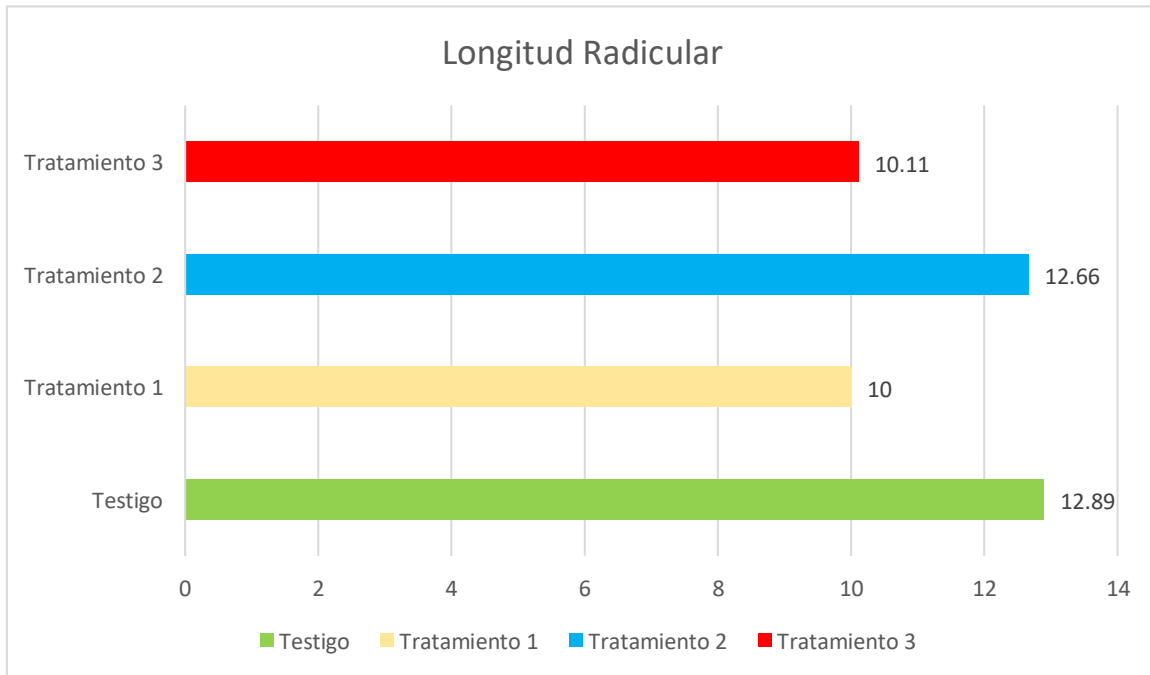
Análisis de Tukey

| Tratamiento | Medias | N | E.E. |
|-------------|--------|----|--------|
| 1 | 44.55 | 20 | 4.62 A |
| 3 | 51.70 | 20 | 4.62 A |
| 2 | 52.15 | 20 | 4.62 A |
| 0 | 58.30 | 20 | 4.62 A |

El análisis de Tukey indica que existen 1 sola agrupación. La agrupación A: con el tratamiento 1, 2, 3 y 0.

4.2.1.3 Tamaño del sistema radicular





En el testigo se dio una longitud radicular de 12.89 cm. En tanto que, los tratamientos tuvieron un mínimo descenso en el promedio radicular; de 10, 12.66 y 10.11 cm respectivamente.

Tabla 21.

Análisis de varianza sistema radicular

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Hojas finales | 80 | 0.07 | 0.03 | 44.21 |

| F.V | SC | gl | CM | F | p~valor |
|--------------------|---------|----|-------|------|---------|
| Modelo | 148.61 | 3 | 49.54 | 1.95 | 0.1294 |
| Tratamiento | 148.61 | 3 | 49.54 | 1.95 | 0.1294 |
| Error | 1934.88 | 76 | 25.46 | | |
| Total | 2083.49 | 79 | | | |

Dentro del análisis de varianza efectuado, muestra que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos realizados puesto que el p-valor es de 0.1294.

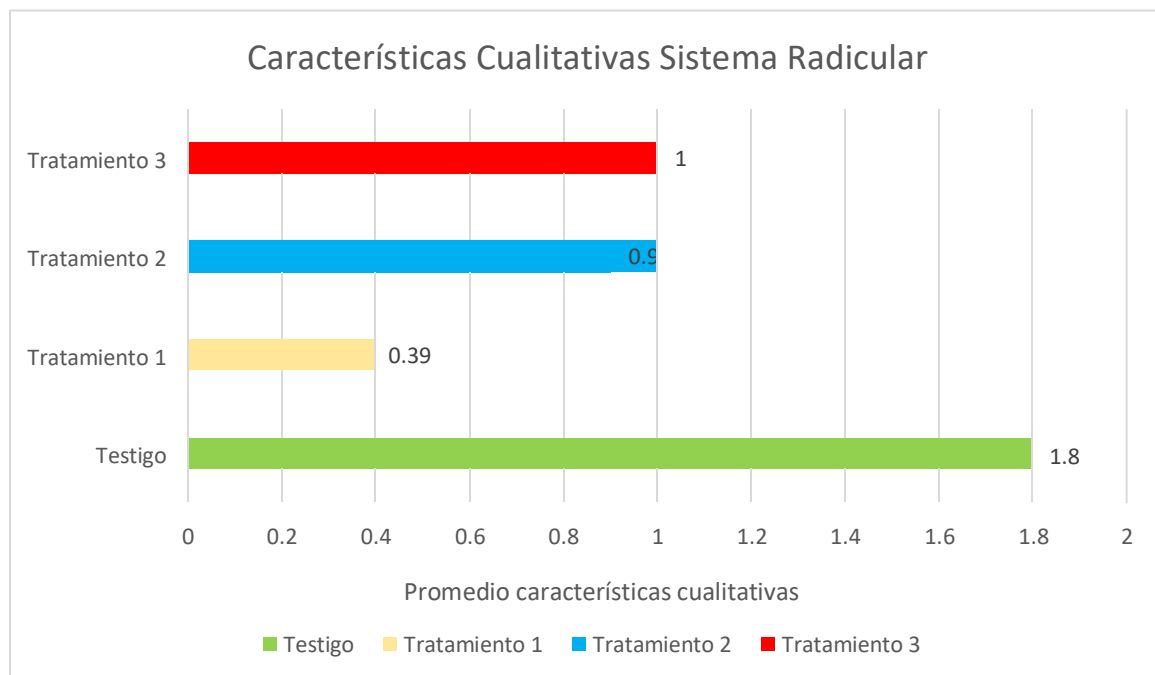
Tabla 22.

Análisis de Tukey

| Tratamiento | Medias | N | E.E. |
|-------------|--------|----|--------|
| 1 | 10.00 | 20 | 1.13 A |
| 3 | 10.11 | 20 | 1.13 A |
| 2 | 12.66 | 20 | 1.13 A |
| 0 | 12.89 | 20 | 1.13 A |

El análisis de Tukey indica que existen 1 sola agrupación. La agrupación A: con el tratamiento 1, 2, 0 y 3.

A. Características Cualitativas



En la presente tabla se muestra como en el tratamiento testigo las raíces presentaron un color verde orgánico, en tanto en el tratamiento 1 prevalecen las raíces de color gris indicando que el herbicida tuvo una fuerte injerencia sobre estas, en tanto en los tratamientos 2 y 3 la respuesta no fue muy clara.

5 CAPITULO V. DISCUSIÓN

El presente trabajo investigativo mostró que el 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo (paraquat) si presenta efectos toxicológicos significativos en la germinación de *Lupinus pubescens* Benth, ya que el porcentaje de germinación estuvo entre el 88 y 70%, lo que difiere un poco de lo propuesto por Martínez et. al, 2011, donde señala en un estudio efectuado sobre semillas, que el porcentaje de germinación es del 91 al 95% cuando se aplicó el mismo herbicida.

En la fase de germinación del ashpa chocho, se pudo determinar que existe una fuerte relación entre las semillas germinadas bajo la influencia del herbicida y el tratamiento de testigo. Las semillas que fueron sometidas a concentraciones iguales o superiores a la dosis recomendada del herbicida, fueron afectadas teniendo una germinación inferior a las del tratamiento testigo.

En el caso del crecimiento radicular y de epicótilo, la presencia del herbicida no afectó significativamente al crecimiento de los mismos, dando como resultado que todos los tratamientos poseen valores semejantes, denotando la baja injerencia del herbicida en los procesos de desarrollo temprano de la planta. Como señala (Rodríguez, 2013), mediante una experimentación en especies arbustivas y utilizando un herbicida similar, el crecimiento de la radícula no fue afectada bajo ningún tipo de concentración y en su defecto existió un desarrollo más elevado.

A lo largo del experimento se observaron ligeras diferencias respecto al crecimiento de las plántulas, siendo mínimamente superior en el tratamiento 3 (0.0041 gr/l), incluso frente al testigo, esto puede deberse a que el 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo (paraquat) tiene como componente principal al cloro, el cual una vez aplicado es

liberado, ocasionando como manifiesta (Florida, 2013) que se destruyan los enlaces químicos y de forma creciente de los elementos nutritivos para las plántulas como el nitrógeno, fósforo, azufre, provocando el incremento de la capacidad de intercambio de catiónico del suelo; por consiguiente, al existir una mayor concentración de herbicida el crecimiento se verá afectado y viceversa al existir menos concentración del herbicida el desarrollo de la plántula sería prácticamente normal.

En el caso de la cantidad de hojas, a las dos semanas de desarrollo iniciales, el 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo (paraquat) mostró un cierto grado de afectación, puesto que el tratamiento más afectado fue el 1 con una concentración de 0.0166 gr/ml. Este problema se evidencia en la etapa temprana de desarrollo de las plántulas, mas no en la etapa final de su madurez. De acuerdo con (Benítez, 2011) esto se debe a que el paraquat actúa destruyendo los aceptores de los electrones involucrados en la fotosíntesis, lo que quiere decir que inhibe el flujo de electrones entre la ferredoxina y el NADP reduciendo la cantidad de oxígeno que se emite; de tal modo que en la etapa inicial de desarrollo de la plántula es más susceptible a concentraciones elevadas del herbicida, provocando tener un número de hojas inferior respecto al testigo.

Los efectos que se pueden producir por el uso de herbicidas pueden notarse o derivar en problemas a nivel del sistema radicular de las plántulas, los resultados obtenidos en este estudio mostraron que *Lupinus pubescens* Beth no se vio afectada significativamente en función de crecimiento y color de la raíz, como se muestra en la tabla 17 y en comparación al estudio de (Rodríguez, 2016), donde se observa que un herbicida similar tuvo una fuerte influencia positiva en el crecimiento y color de la raíz en plantas de *Solanum lycopersicum*.

6 CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los efectos adversos producidos por 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo en ashpa chocho, son relativamente bajos. Son apenas un poco más notorios a mayor concentración.

Según lo observado durante el proceso de la investigación, se pudo establecer que el herbicida 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo genera más efectos negativos en las etapas de tempranas de desarrollo (5 primeros días) en el ashpa chocho, que en relación con su desarrollo posterior.

El 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo(paraquat) durante esta investigación mostró una toxicidad baja para la germinación y desarrollo radicular de *Lupinus pubescens*.

La supervivencia de plántulas de ashpa chocho no se vio afectada por el paraquat, bajo ninguna de las concentraciones empleadas, ya que todas las plántulas sobrevivieron hasta el final del ensayo.

Con relación al diámetro del tallo y crecimiento del sistema radicular de la especie estudiada, se pudo observar que las distintas concentraciones del herbicida no tuvieron efectos negativos, ya que los resultados obtenidos fueron similares a los presentados por el testigo.

Durante este trabajo de investigación se pudo determinar que el efecto toxicológico producido por el 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo (paraquat), fue relativamente bajo, ya que al final del período de experimentación existieron 7 plántulas que habían alcanzado su madurez sexual y presentaban inflorescencias.

En tanto las semillas de *Brugmasia sanguinea* Pers mostraron una susceptibilidad extrema al estar en contacto con el herbicida 1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo, todas las semillas se quemaron y no se dio el proceso germinativo.

Las semillas de guanto (*Brugmasia sanguinea* Pers) utilizadas como testigo fueron atacadas por un insecto que aparentemente las había infestado en su estado inmaduro. Por esta razón no se presentan resultados de la especie.

6.2 Recomendaciones

Para poder manipular productos químicos clasificados como moderadamente tóxicos, se aconseja usar equipo de protección personal para evitar cualquier tipo de accidente.

Para tener resultados más definitivos se aconseja hacer un estudio de al menos 1 año calendario, ya que en la etapa final del estudio empezó a notarse ciertas diferencias entre los componentes analizados.

Se recomienda mantener estricto control en el ambiente de trabajo donde se realiza el experimento ya que un pequeño cambio puede tener grandes repercusiones en los resultados finales.

Se recomienda buscar mayor información sobre métodos de germinación en especies con testa dura.

Se sugiere aumentar el número de repeticiones y tratamientos para tener una cantidad mayor de datos para que puedan ser comparados y brindar resultados más precisos.

Referencias

- Aguilar, Z., Ulloa, C., & Hidalgo, P. (2001). Guía de Plantas Útiles de los páramos Zuleta, Ecuador. Recuperado el 27 de Marzo de https://biblio.flacsoandes.edu.ec/shared/biblio_view.php?bibid=144716&tab=opac
- Álvaro, A. (2007). Herbicidas: Modos y mecanismos de acción en plantas. Recuperado el 19 de Mayo del 2020 de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/47809/mod_resource/content/1/Herbicidas%20Modos%20y%20Mec%20accion%20Anzalone.pdf
- Aquilano, C., Ricca, A., Fonti, A., & Bazzigalupi, O. (2017). Germinación y residuos de plaguicida en semillas de coriandro (*Coriandrum sativum* L.) cultivadas con aplicación de glifosato y paraquat en precosecha. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 116. Recuperado el 17 de Mayo del 2020 de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/61861>
- Araiza Lizarde, N., Araiza Lizarde, E., & Martínez Martínez, J. G. (2011). Evaluation of germination and seedling Growth of Chiltepín (*Capsicum annum* L variedad *glabriusculum*) greenhouse. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(2), 170-175. Recuperado el 14 de Mayo del 2020 de <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34752011000200016&script=sci>
- Argüello, A., Arboleda, D., Menoscal, J., Maldonado, D., & Urresta, S. (2012). Monitoreo de la reforestación en las quebradas en el Norte de Quito. Enfoque UTE, V.3- N.2, 42-63. Recuperado el 26 de Marzo de <https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/4>
- Arias, D. M., Mora, R. E. G., & Romero, O. S. D. (2019). Uso de herbicidas en el control de malezas. Importancia de su conocimiento para el profesional agrónomo. *Opuntia Brava*, 11(1), 204-210. Recuperado el 2 de Abril del 2020 de <http://200.14.53.83/index.php/opuntiabrava/article/view/712/671>

- Arregui M.C., Puricelli E.: 2008 – Mecanismos de Acción de Plaguicidas. Dow Agosciences Argentina S.A. Buenos Aires – República Argentina
- Bagur-González, M. G., Estepa-Molina, C., Martín-Peinado, F., & Morales-Ruano, S. (2011). Toxicity assessment using *Lactuca sativa* L. bioassay of the metal (loid)s As, Cu, Mn, Pb and Zn in soluble-in-water saturated soil extracts from an abandoned mining site. *Journal of soils and sediments*, 11(2), 281-289. Recuperado el 04 de Junio del 2020 de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11368-010-0285-4>
- Bedmar, F. (2011). ¿Qué son los plaguicidas?. *Ciencia hoy*, 21(122), 11-16. Recuperado el 03 de Mayo de <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Usotierra/CH%20Plaguicidas%20final.PDF>
- Benedico, E. C. (2002). Herbicidas, ¿qué debemos saber los profesionales de Atención Primaria?. *SEMERGEN-Medicina de Familia*, 28(8), 424-428. Recuperado el 5 de Abril de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1138359302740999>
- Benítez, E., & Daniel, A. (2011). *Efectividad del Paraquat aplicado en la noche y sobre hojas cubiertas con suelo* (Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012). Recuperado el 03 de Julio del 2020 de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/183/1/T3074.pdf>
- Burger, M., & Fernández, S. (2004). Exposición al herbicida glifosato: aspectos clínicos toxicológicos. *Revista Médica del Uruguay*, 20(3), 202-207. Recuperado el 31 de Marzo del 2020 de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-03902004000300006&script=sci_arttext

Cuevas, C. (1996). Análisis de la calidad física de semillas forestales. Memorias Primer Seminario Nacional Sobre Mejoramiento Genético Y Semillas Forestales, 49. Recuperado el 14 de Junio del 2020 de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QuIOAQAIAAJ&oi=fnd&pg=PA49&dq=%E2%80%A2%09Cuevas,+C.+\(1996\).+An%C3%A1lisis+de+la+calidad+f%C3%ADsica+de+semillas+forestales.+Memorias+Primer+Seminario+Nacional+Sobre+Mejoramiento+Genético+Y+Semillas+Forestales,+49.+&ots=htYUKtr-sw&sig=40FjUZVLxrLpVpDHv5i6hu2jal#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QuIOAQAIAAJ&oi=fnd&pg=PA49&dq=%E2%80%A2%09Cuevas,+C.+(1996).+An%C3%A1lisis+de+la+calidad+f%C3%ADsica+de+semillas+forestales.+Memorias+Primer+Seminario+Nacional+Sobre+Mejoramiento+Genético+Y+Semillas+Forestales,+49.+&ots=htYUKtr-sw&sig=40FjUZVLxrLpVpDHv5i6hu2jal#v=onepage&q&f=false)

Dayan, F.E., Cantrell C.L., S.O. Duke. (2009). Natural products in crop protection. Bioorganic & Medicinal Chemistry, pág 4022. Recuperado el 31 de Marzo del 2020 de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968089609000923>

Del Puerto Rodríguez, A. M., Suárez Tamayo, S., & Palacio Estrada, D. E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 52(3), 372-387. Recuperado el 13 de Abril de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1561-30032014000300010

Enrique, R. R., & Ricardo, S. D. L. C. (2006). Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. Recuperado el 3 de Abril del 2020 de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/686/34.pdf?sequence=1>

Fallas, J. (2012). Análisis de varianza. Obtenido de http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP05/BLOQUEACADEMICO/Unidad2/complementarias/analisis_de_varianza_2012.pdf. Recuperado el 20 de Mayo del 2020 de http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/analisis_de_varianza_2012.pdf

- Flores, M. (2011). *Compilación Bibliográfica Brugmansia spp.* Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. Recuperado el 23 de Abril de https://www.academia.edu/27838490/Plantas_T%C3%B3xicas_que_afectan_a_Peque%C3%B1os_Animales_en_Colombia
- Florida, N., López, C., & Pocomucha, V. (2018). Efecto del herbicida paraquat y glifosato en propiedades del suelo que condicionan el desarrollo de bacterias y fungi. *RevIA*, 2(1-2). Recuperado el 03 de Julio del 2020 de <http://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/view/100/84>
- Gold, K., León-Lobos, P., & Way, M. (2004). *Manual de Recolección de Semillas de plantas silvestres.* Editorial Altamirano. La Serena–Chile. Recuperado el 11 de Mayo de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32657082/manual_de_semillas.pdf?1388505253=&response-content-disposition=
- Griffin, W. J., & Lin, G. D. (2000). Chemotaxonomy and geographical distribution of tropane alkaloids. *Phytochemistry*, 53(6), 623-637. Recuperado el 12 de Mayo del 2020 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031942299004756>
- INEcN, N. (1998). *Plaguicidas y productos afines; definiciones y clasificación.* Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1838:98 Primera revisión. Recuperado el 4 de Abril de del 2020 de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2078-1R.pdf>
- Jaramillo, T. (2013). *Plantas Nativas de la Hoya de Quito.* Quito: Fundación Botánica de los Andes Recuperado el 23 de Marzo de <http://www.fonag.org.ec/web/imagenes/paginas/fondoeditorial/15.pdf>
- Kappler, B., & Namuth, D. (2004). *Herbicide Classification.* Kansas State University

Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Recuperado el 3 de Abril del 2020 de <https://passel2.unl.edu/view/lesson/e21c8e361a12>

Laborda, R. (2008). Apuntes de Protección de cultivos. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado el 31 de Marzo del 2020 de <https://riunet.upv.es/handle/10251/39151>

León-Yáñez, S., M. Ayala. 2008. Flores Nativas de Quito, Guía Fotográfica. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Ecuador. Recuperado el 25 de Abril del 2020 de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/5736>

Lopez, J. I. G., Torres, N. A. R., Ricardo, H. L. S., Reyes, I. V., & Arguello, B. M. (2016). Técnicas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas a dosis de nanopartículas. Recuperado el 17 de Abril del 2020 de <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/T%C3%A9cnicas%20Para%20Evaluar%20Germinaci%C3%B3n%20Vigor%20y%20Calidad%20Fisiol%C3%B3gica%20de%20Semillas%20Sometidas%20a%20Dosis%20de%20Nanopart%C3%ADculas.pdf>

Loureiro, I., Avendaño, N., Escorial, M. C., García-Baudin, J. M., & Chueca, M. C. (2001). Nota corta: Método rápido de evaluación del efecto del herbicida dalapon en cereales. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg*, 16, 3. Recuperado el 30 de Mayo del 2020 de https://www.researchgate.net/profile/Inigo_Loureiro/publication/28124454_Metodo_rapido_de_evaluacion_del_efecto_herbicida_dalapon_en_cereales/links/55f9736a08aeafc8ac24ffb3/Metodo-rapido-de-evaluacion-del-efecto-herbicida-dalapon-en-cereales.pdf

Monsalve, A. S., & Trujillo, O. L. M. (2005). Evaluación del uso de plaguicidas en la actividad agrícola del departamento de Putumayo. *Revista Ciencias de la*

salud, 3(2), 168-185. Recuperado el 11 de Abril de <https://www.redalyc.org/pdf/562/56230207.pdf>

Moreno, J. M. M., Aguilera, L. A., & Benítez, M. A. (2013). Efecto de los desecantes Paraquat y Glufosinato de amonio en el rendimiento y calidad física y fisiológica de semillas de soja (*Glycine max* L. Merrill). *Investigación Agraria*, 13(1), 33-40. Recuperado el 03 de Julio del 2020 de <http://scielo.iics.una.py/pdf/ia/v13n1/v13n1a05.pdf>

Ongley, E. D. (1997). Los plaguicidas, en cuanto contaminantes del agua. FAO. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. Estudio FAO, Riego y drenaje-55. Departamento de Desarrollo Sostenible. Burlington. Recuperado el 25 de Mayo de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021109/LUCHACONTALACONTAMINACION.pdf>

Paruelo, J. M., Guerschman, J. P., & Verón, S. R. (2005). Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia hoy*, 15(87), 14-23. Recuperado el 31 de Marzo del 2020 de <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Usotierra/Paruelo%20et%20al%20005%20Ciencia%20Hoy.pdf>

Preissel, U., & Preissel, H.-G. (2002). *Brugmansia and Datura: Angel's Trumpets and Thorn Apples (Illustrate)*. Cornell University: Firefly Books. Recuperado el 17 de Abril del 2020 de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300071136>

Proaño, A. (2011). Regeneración y conservación mediante la técnica de crecimiento mínimo de *lupinus mutabilis* (chocho andino) in vitro. Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias. ESPE-IASA I. Sede El Prado. Recuperado el 27 de Marzo de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/3278/T->

ESPE-IASA%20I-004540.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Rodriguez Quilón, I., Adam, G., & Durán, J. M. (2008). Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. *Agricultura: Revista Agropecuaria*, 78(912), 836-842. Recuperado el 24 de Mayo del 2020 de <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/37372/1/articulo%20definitivo%20agricultura%20nov.pdf>
- Rodríguez Romero, A. J., Robles Salazar, C. A., Ruíz Picos, R. A., López López, E., Sedeño Díaz, J. E., & Rodriguez Dorantes, A. (2014). Índices de germinación y elongación radical de *Lactuca sativa* en el biomonitorio de la calidad del agua del río Chalma. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 30(3), 307-316. Recuperado el 02 de Mayo de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992014000300007&script=sci_arttext&tlng=pt
- Rodriguez, Estelvina. (2013). Efecto del glifosato en el suelo y plantas nativas -exóticas. *Escuela de postgrado* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD NACIONAL). Recuperado el 03 de Julio del 2020 de <https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/TES-BN-026.pdf>
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1992). *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Co. Inc. California. Recuperado el 07 de Mayo del 2020 de [https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1226755](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1226755)
- Sierra, R., F., Campos, J. Chamberlin. 1999. *Aéreas Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en el Ecuador Continental. Un Estudio Basado en la Biodiversidad de Ecosistemas y su Ornitofauna*. Ministerio de Medio Ambiente, Proyecto INEFAN/GEF_BIRF, Ecociencia y Wildlife Conservation Society. Quito. Ecuador. Recuperado el 12 de Mayo del 2020 de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300048560>

- Taberner Palou, A., Cirujeda Ranzenberger, A., & Zaragoza Larios, C. (2007). Manejo de poblaciones de malezas resistentes a herbicidas. 100 preguntas sobre resistencias. Recuperado el 4 de Abril del 2020 de <https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/3159/1/czl357.pdf>
- Torstensson, L., & Stenström, J. (1990). Persistence of herbicides in forest nursery soils. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 5(1-4), 457-469. Recuperado el 25 de Mayo del 2020 de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02827589009382628>
- USFQ. (2012). Quito declara su flora y fauna patrimoniales y emblemáticas con colaboración de Profesores USFQ. Recuperado el 27 de Marzo del 2020 de <https://.usfq.edu.ec/2012/07/quito-declara-su-flora-y-fauna.html>
- Velasteguí Romero, R. J. (2017). Intoxicaciones químicas en el Centro de Información y Asesoramiento en Toxicología (CIATOX) Guayaquil en 2015 (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Médicas. Carrera de Medicina). Recuperado el 12 de Abril del 2020 de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/33106/1/CD%202061-%20VELASTEGU%c3%8d%20ROMERO%20ROSALIN%20JOHANA.pdf>
- Viales López, G. (2014). Intoxicación por paraquat. *Medicina Legal de Costa Rica*, 31(2),88-94. Recuperado el 17 de Mayo del 2020 de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/47809/mod_resource/content/1/Herbicidas%20Modos%20y%20Mec%20accion%20Anzalone.pdf
- WHO Expert Committee on Vector Biology and Control, & World Health Organization. (1991). Empleo inocuo de plaguicidas: 14 informe del Comité de Expertos de la OMS en Biología de los Vectores y Lucha Antivectorial [se reunió en Ginebra del 5 al 13 de septiembre de 1990]. Recuperado el 11 de Abril del 2020 de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41470>

ANEXOS

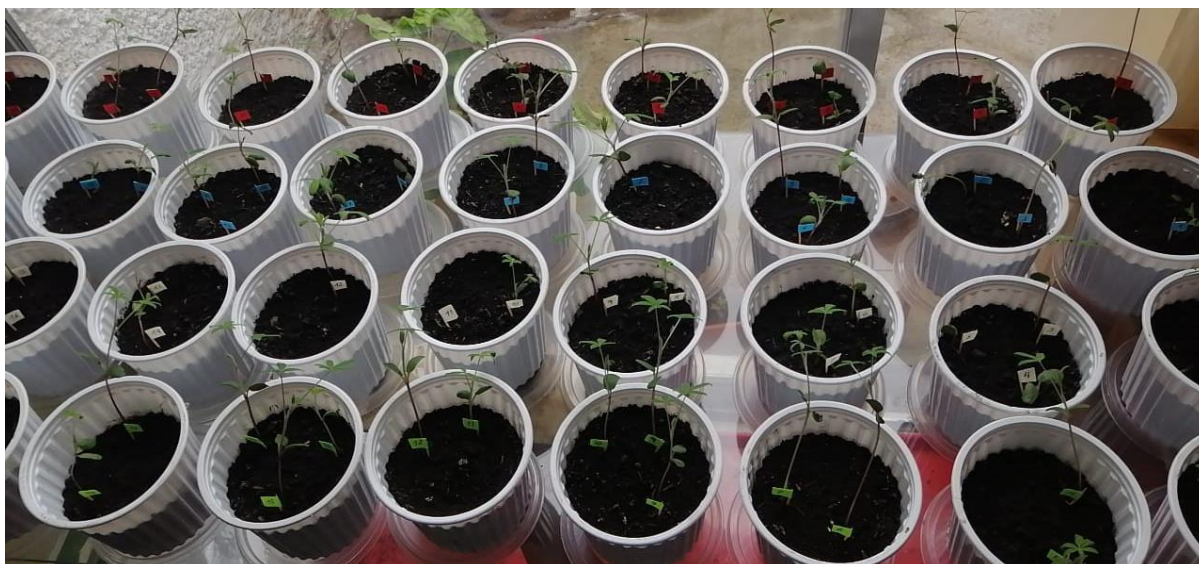
Anexo 1. Fase de Germinación Ashpa chocho



Anexo 2. Fase de germinación guanto



Anexo 3. Inicio desarrollo de plántulas Ashpa chocho



Anexo 4. Fase final plántulas



Anexo 5. Sistema radicular y tallo



Anexo 6. Ficha Técnica Gramoxone (Paraquat)

GRAMOXONE® SUPER

HERBICIDA - Concentrado Soluble (SL)

Composición

Dicloruro de Paraquat *
Coformulantes, c.s.p.

27,6 % p/v(276 g/L)
100 % p/v (1 Litro)

* * 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridilio (20 % p/v de ión paraquat)

NO INFLAMABLE - CORROSIVO - NO EXPLOSIVO

GRAMOXONE® SUPER es un herbicida post-emergente de contacto, no selectivo, especialmente indicado para el control de un amplio espectro de malezas gramíneas y de hoja ancha en frutales y cultivos bajos, en cualquier época del año (ver Instrucciones de Uso). Actúa rápidamente sobre las malezas, resistiendo lluvias que puedan caer entre 30 minutos y 1 hora después de la aplicación. Controla malezas en condiciones de falta de humedad, baja temperatura y baja luminosidad, cuando los herbicidas sistémicos (por ej. glifosato) no tienen buena actividad o su acción se hace muy lenta. Se inactiva totalmente al entrar en contacto con el suelo y no se lixivia ni bioacumula.

GRAMOXONE® SUPER es usado en barbechos químicos, siembra directa (cero labranza), presiembra, preemergencia y entre las hileras de los cultivos. También es usado para renovación de empastadas, sin efectuar labores culturales.

GRAMOXONE® SUPER contiene tres elementos de protección (factores de seguridad) para el usuario: colorante azul, sustancia emética (vomitivo) y agente repelente de olor desagradable.

Contenido Neto del Envase:

"LEA ATENTAMENTE LA ETIQUETA ANTES DE USAR EL PRODUCTO"

Autorización del Servicio Agrícola y Ganadero N° 3047

Fabricado por:

Syngenta Limited, European Regional Centre, Priestley Road, Surrey Research Park Guilford, Surrey GU2 7YH,
Reino Unido

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

Importado y Distribuido por: Syngenta S.A.

Av. Vitacura 2939, Of. 201 – Teléfono: 941 0100

Santiago – Chile.

Lote de fabricación:

Fecha de vencimiento:

®: Marca registrada de una compañía del grupo Syngenta.



syngenta

GRAMOXONE® SUPER – Pág.1/6

