



---

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE ITAPÚA**

## **ESCUELA DE POSTGRADO**



*Trabajo de Investigación para optar por el título del  
Postgrado Maestría en Gestión Ambiental*

***EFECTO DEL GLIFOSATO EN EL SUELO Y  
PLANTAS NATIVAS – EXOTICAS***

**Lic. ANA DARIA SCHAPOVALOFF CLOSS**

***DIRECTOR: Dra. ESTELVINA RODRIGUEZ PORTILLO***

***Encarnación, Diciembre - 2013***



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ITAPÚA  
ESCUELA DE POSTGRADO

“Efecto del glifosato en el suelo y plantas nativas-exóticas”

AUTORA

Ana Daria Schapovaloff Closs

TESIS PRESENTADA PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MAGÍSTER EN GESTION AMBIENTAL

JURADO EXAMINADOR DE TESIS

Ing. MSc. Oscar Ferreiro Chávez

aprobado

Ing. MSc. Jorge Daniel González

[Handwritten signature]

MSc. Celso Nazario Velázquez

[Handwritten signature]

Ing. MSc. Clotilde Haidée Benítez

[Handwritten signature]

RESULTADO DE LA EVALUACIÓN: APROBADO

Encarnación, 17 de diciembre de 2013  
Lugar y Fecha de Aprobación



### **DEDICATORIA**

*En primer lugar a **DIOS** por concederme salud y llegar a culminar esta etapa de mi vida, y regalarme la maravillosa familia y amigos.*

*Y con todo cariño y amor*

*A las personas que hicieron todo para que yo pudiera lograr mi sueño, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba y a ustedes por siempre mi corazón y eterno agradecimiento. A mi Madre y Hermanos. A mis amigos que me han aguantado en los momentos Felices y los amargos, gracias por estar ahí*

*A todos mis compañeros con quienes compartí los momentos de la carrera.*

*A todos los profesores que me brindaron su confianza y orientación.*



### AGRADECIMIENTO

*Para poder realizar y culminar esta Tesis fue posible gracias al apoyo de persona e Instituciones las cuales quiero agradecer.*

*En primer lugar a mi madre Arnilda, hermanos Víctor Hugo y Rubén Darío, quienes han sido mi apoyo desde el inicio de la maestría.*

*Al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT) que me ha dado su aporte económico para lograr esta tesis e iniciarme como Investigador.*

*Al Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, por la realización del análisis de suelo del elemento Nitrógeno para la investigación.*

*A mi Tutora, por su dedicación y acompañamiento para que esta tesis llegue a un buen termino.*

*Al Señor Jorge Gómez Frey; por darme permiso de realizar el estudio en su propiedad durante el año de investigación.*

*Al Ing Agro Noel González que ha tomado las muestras del suelo ha ser analizados*

*Al Abg. Hugo Cardozo, por ayudarme en la revisión de mi tesis.*



---

## Resumen

El glifosato de uso muy extendido (amplia cantidad, en diversos cultivos), es un herbicida no selectivo de amplio espectro, por lo tanto con potencial efecto en cualquier vegetal, se han hechos también diversos estudios sobre su toxicidad en animales, pero sin embargo para erradicar el problema residual del glifosato no se han hecho estudios al respecto que permita generar datos sobre daños en el ecosistema, ya que valorando esos antecedentes se puede establecer medidas más eficaces de mitigación. El trabajo de investigación consistió en la valuación de uso de glifosato en una parcela y entro comparativa sin glifosato, donde también se ha evaluado el nivel de crecimiento de especies forestales nativas de la zona las cuales han sido trasplantada en dos parcelas de 14 x x15 metros cada una, y la aplicación del glifosato en una de ella. En periodo de estudio y evaluación se han realizado cuatro (4) aplicaciones de glifosato durante un año, se ha plantado también las mismas especies y cantidades de las plantas con medidas aproximadas entre las mismas en total fueron ochenta (80) plantines, su crecimiento fue evaluado también durante el año de estudio. Para llegar a los resultados de impactos en el ecosistema se llega a los datos de análisis de suelo del área de estudio como así también el nivel de crecimiento de especies forestada trasplantadas en dos áreas a ser analizadas y evaluadas en el tiempo estudio. Los resultados de los diferentes análisis de suelo, fueron tomados en fecha posteriores de la aplicación del herbicida, donde no se ha notado mucha alteraciones de los elementos, lo que se lleo a observar es el crecimiento de las plantas en el área donde se aplico glifosato.

Palabras Claves: glifosato, residual, ecosistema



## **Summary**

Glyphosate widely used (wide numbers at various crops) is a nonselective herbicide broad spectrum therefore potential effect on any plants, have also made studies on toxicity in animals, but however for eradicate residual glyphosate problem no studies have been done about that will generate data on damage to the ecosystem, as valuing that background you can set more effective mitigation measures. The research consisted of glyphosate use valuation and entered into a comparative plot without glyphosate, which also evaluated the level of growth of native tree species in the area which have been transplanted into two plots of 14 x 15 meters each, and the application of glyphosate in it. In study and evaluation period there have been four (4) applications of glyphosate for a year, has also planted same species and quantities of plants measuring approximately between them in total were eighty (80) seedlings, growth was also evaluated during the study year. To arrive at the results of impacts on the ecosystem reaches the soil analysis data of the study area as well as the level of growth of forested species transplanted into two areas to be analyzed and evaluated in the study time. The results of the different analyzes of soil were taken at later date herbicide application where there has been no great changes in the elements, which came to be observed is the growth of plants in the area where glyphosate was applied .

Keywords: Glyphosate, waste, ecosystem



## **INDICE**

I –Introducción .....	-12-
1.1. Justificación.....	-14-
1.2. Objetivos.....	-14-
1.2.1. Generales.....	-14-
1.2.2- Específicos .....	-14-
II- REVISIÓN DE LITERATURA .....	-15-
2.1- Identificación del herbicida glifosato, propiedades y toxicidad.....	-15-16-
2.1.1- El glifosato problemas para el medio ambiente.....	-16-18-
2.1.2- Efectos ambientales del glifosato.....	-18-
2.1.3- Efectos de la aplicación del herbicida glifosato.....	-18-20-
2.1.4- Resistencia a herbicida.....	-20-22-
2.1.5- Competencia del glifosato – por la superficie minerales.....	-22-23-
2.1.6- La toxicología del glifosato.....	23-25-
2.1.7- Efectos ambientales.....	-25-27-
2.1.8- Efectos de la aplicación del glifosato sobre parámetros Físico – químico.....	-27-
2.1.9- Especies dañinas.....	-27-28-
2.1.10- El glifosato interfiere negativamente con muchos componentes de la agricultura.....	-28-30-
2.1.11- Glifosato el herbicida y sus efectos sobre la salud, efectos sobre el suelo.....	-30-32-
2.2- Nutrientes fertilidad, factores del suelo que determinan su Disponibilidad.....	-32-33-
2.2.1- Micronutrientes, factores que determinan deficiencia de micronutrientes.....	-33-
2.2.2- Los macronutrientes y micronutrientes en el tejido vegetal.....	-34-35-
2.2.3- Parámetros químicos: Principales nutrientes del suelo.....	-36-37-
2.2.4- Parámetros químicos: El pH.....	-38-39-
2.2.5- La fertilidad del suelo – los micronutrientes.....	-38-39-
III- METODOLOGÍA.....	-40-



---

3.1- Tipo de investigación.....	-40-
3.2- Localización.....	-40-
3.3.- Descripción del ambiente.....	-41-
3.4- Diseño experimental.....	-41-
3.5- Recursos, materiales y equipo técnico.....	-43-
3.6- Procedimiento para la recolección de datos.....	-43-
3.7-Métodos de análisis.....	-44-
3.7- Variables del estudio.....	-45-
3.8- Fuentes primarias y secundarias.....	-45-
IV- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	-46-66-
V- CONCLUSIÓN.....	-67-68-
VI- RECOMENDACIÓN.....	-69-
VII- BIBLIOGRAFÍA.....	-70-
VIII- ANEXO.....	-71-



**Lista de Tablas**

Tabla N°	Definición	N° de Pág.
1	Funciones de los nutrientes en las plantas y sus síntomas de deficiencia	35
2	Parámetros del suelo analizados	46
3	Valores de crecimiento de las planta Yvyra pyta sin Glifosato	60
4	Valores de crecimiento de las planta Yvyra pyta con Glifosato	60
5	Niveles del promedio y desviación estándar del crecimiento del Yvyra pyta sin Glifosato	61
6	Niveles del promedio y desviación estándar del crecimiento del Yvyra pyta con Glifosato.	61
7	Valores de crecimiento de las planta lapacho sin Glifosato	63
8	Valores de crecimiento de las planta lapacho con Glifosato	63
9	Niveles del promedio y desviación estándar del crecimiento del lapacho sin Glifosato	63
10	Niveles del promedio y desviación estándar del crecimiento del lapacho con Glifosato.	63
11	Valores de crecimiento de las planta curupay sin Glifosato	65
12	Valores de crecimiento de las planta curupay con Glifosato	65
13	Valores de crecimiento de las planta curupay sin Glifosato	65
14	Valores de crecimiento de las planta curupay con Glifosato	65
15	Valores de crecimiento de las planta pino 1 sin Glifosato.	67
16	Valores de crecimiento de las planta pino 1 con Glifosato.	67
17	Valores de crecimiento de las planta pino 1 sin Glifosato	68
18	Valores de crecimiento de las planta curupay con Glifosato	68
19	Valores de crecimiento de las planta pino 2 sin Glifosato.	69
20	Valores de crecimiento de las planta pino 2 con Glifosato.	69
21	Valores de crecimiento de las planta pino 2 sin Glifosato	70
22	Valores de crecimiento de las planta pino 2 con Glifosato	70
23	Las plantas que han muerto en las áreas con Glifosato y sin Glifosato	71



**Lista de figuras, cuadros y gráficos**

<b>Figura N°</b>	<b>Definición</b>	<b>N° de Pág.</b>
1	La ubicación en el Departamento de Itapúa, el distrito de Capitán Miranda, Lugar donde se ha realizado el estudio	41
2	Modelo de la parcela del área de estudio con el esquema de la plantación de las distintas especies	45
3	Desviación estándar en los niveles de crecimiento del Yvyra pyta parcela sin Glifosato	61
4	Desviación estándar en los niveles de crecimiento del Yvyra pyta, parcela sin Glifosato	61
5	Desviación estándar en los niveles de crecimiento del lapacho parcela sin Glifosato	63
6	Desviación estándar en los niveles de crecimiento del lapacho parcela sin Glifosato	63
7	Desviación estándar en los niveles de crecimiento del curupay parcela sin Glifosato	65
8	Desviación estándar en los niveles de crecimiento del curupay parcela con Glifosato	65
9	Desviación estándar en los niveles de crecimiento del curupay parcela sin Glifosato.	67
10	Desviación estándar en los niveles de crecimiento del curupay parcela sin Glifosato.	67
11	Desviación estándar en los niveles de crecimiento del pino 2 parcela sin Glifosato	69
12	Desviación estándar en los niveles de crecimiento del pino 2 parcela sin Glifosato	69
<b>Cuadro N°</b>	<b>Definición</b>	<b>N° de Pág.</b>
1	Nitrógeno (NO <sub>3</sub> -N) del suelo con y sin glifosato	46
2	Clasificación según el Nitrógeno total (%)	46
4	Niveles de Calcio de suelo en parcela con y sin glifosato	47
5	Interpretación de calcio”	47
6	Niveles de Magnesio (Mg)	48
7	Interpretación de magnesio”	48
8	Niveles de Potasio (K	49
9	Interpretación de potasio”	49
10	niveles de Fosforo (P) en los suelos con glifosato y sin glifosato	50
11	Interpretación de fosforo	50
12	niveles de pH en los suelos con glifosato y sin glifosato	51
13	Interpretación del pH	51
14	Niveles de Hierro (Fe)	52
15	Interpretación de hierro	53
16	Niveles de Manganeseo (Mn	53
17	Interpretación de manganeseo	53
18	Niveles de Cobre (Cu)	54
19	Interpretación de cobre	54



Gráficos N°	Definición	N° de Pág.
1	Se ve el nivel de crecimiento de las plantas de Yvyra pyta sin glifosato	59
2	Se ve el nivel de crecimiento de las plantas de Yvyra pyta con glifosato	60
3	lapacho sin glifosato niveles de crecimiento	62
4	lapacho con glifosato niveles de crecimiento	62
5	Curupay sin Glifosato	64
6	Curupay con glifosato	64
7	Pino 1 sin Glifosato	66
8	Pino 1 con Glifosato	67
9	pino 2 sin Glifosato	68
10	Pino 2 con Glifosato	69

#### Lista de siglas y abreviaturas

EPSPS	enzima 5- enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintetasa
U.S E.P.A.	Agencia de Protección Ambiental
EPA	Agencia de Protección Medioambiental
OMS	Organización Mundial de la Salud-
N	Nitrógeno
K	Potasio
Ca	Calcio
Mg	Magnesio
S	Azufre
B	Boro
Cu	Cobre
Cl	Cloro
Fe	Hierro
Mn	Manganeso
Mo	Molibdeno
Zn	Zinc
pH	potencial de Hidrógeno



## 1- INTRODUCCIÓN

El sistema de cultivo de siembra directa, con alto uso de agroquímicos (Roundup) ha producido ya en las zonas de monocultivo una desertificación biológica marcada, con la desaparición de aves, liebres, crustáceos, lombrices, moluscos, insectos, etc.

Afectaron particularmente la micro flora y micro fauna del suelo, alterando la microbiología del suelo responsable de los procesos que desarrollan y recuperan la fertilidad natural del suelo al exterminar las bacterias y otros microorganismos, permitiendo su reemplazo por hongos. Añaden que la soja está descomponiendo no solo la esencia misma de la tierra sino también de la sociedad. Con el monocultivo de soja transgénica vinieron intensivas asperjaciones de Glifosatos, repitiendo así el cuadro de deforestación, contaminación y envenenamiento que se vive actualmente en la Argentina (Smith, 2006).-

Teniendo como hipótesis, el uso excesivo del herbicida es un problema que va en aumento en el país, entonces saber si el glifosato causa efectos negativos en el suelo, incidiendo también en las especies forestales.

En base a eso se llegó como objetivo Evaluar efectos del glifosato en el Nitrógeno y en Micronutrientes (hierro, manganeso, cobre y zinc) y Macronutrientes (calcio, magnesio y potasio) del suelo como en ciertas especies forestales nativas (Yvyra pyta, Lapacho, Curupay y Pino). Describir la influencia o efecto del glifosato en el nitrógeno y macro-micro nutrientes del suelo, y Cuantificar el crecimiento de especies forestales nativas en suelos tratados con glifosato y suelo sin glifosato, como información se describo las características del glifosato.

El glifosato es un herbicida cuyo inventor, la corporación Monsanto, patentó la marca Roundup Ready, y desarrollaron los cultivos de soja transgénica resistente al herbicida.



- Herbicida no selectivo, ejerce su toxicidad sobre cada clase de vegetación. Pre-emergente, debe utilizarse en terrenos sin cultivos.

En caso de la soja transgénica, se usa como Posemergente es decir, es posible aplicar el herbicida después de la emergencia del cultivo, matando las malezas, pero no a las plantas del cultivo resistente al Roundup (glifosato), tales como la soja Roundup Ready o transgénica.-

- Acción sistémica, se aplica al suelo o al follaje y es absorbido y transportado a toda la planta incluyendo sus raíces y otros órganos subterráneos. (etiqueta de glifosato)

Su mecanismo de acción; Actúa inhibiendo la síntesis de aminoácidos aromáticos en las plantas cuales son: fenilalanina, tirosina y triptófano.

Este herbicida es potente inhibidor de la enzima 5- enolpiruvilshiquimato-3- fosfato sintetasa o EPSPS, enzima muy importante en la ruta metabólica del shiquimato

La ruta metabólica esta presente sólo en bacterias, hongos, plantas, mediante la cual la planta produce muchos productos aromáticos como:

- Ligninas
- Alcaloides
- Ácidos benzoicos
- Isoflavonas (fitohormnas)
- Además de algunos aminoácidos necesarios para la síntesis de proteínas
- De hecho hasta el 20% del carbono que es fijado durante el proceso de fotosíntesis es utilizado en esta ruta metabólica

“Este mismo mecanismo mata a la planta que no deja que se realice un proceso que es muy importante para su crecimiento y supervivencia. En caso de la soja transgénica esta resistirá al herbicida porque tiene un gen adicional que captura al Glifosato inhibiendo su acción”.

Incremento evidente del uso de glifosato y generación de malezas en soja transgénica



- 
- Argentina antes 1Litro por Hectárea.  
ahora mas 10Litro por Hectárea.
  - Paraguay antes 1Litro por Hectárea.  
ahora 20Litro por Hectárea
- (FOBOMADE Foro Boliviano sobre Medio Ambiente y Desarrollo).

### **1.1- Justificación**

El glifosato de uso muy extendido (amplia cantidad, en diversos cultivos), es un herbicida no selectivo de amplio espectro, por lo tanto con potencial efecto en cualquier vegetal, se han hechos también diversos estudios sobre su toxicidad en animales, pero sin embargo para erradicar el problema residual del glifosato no se han hecho estudios al respecto que permita generar datos sobre daños en el ecosistema, ya que valorando esos antecedentes se puede establecer medidas mas eficaces de mitigación.

Estos informes no se encuentran en bibliografías a nivel nacional, de los cuales de ahí surge la iniciativa de realizar la investigación sobre este producto químico y su influencia en el medio ambiente y ecosistema.

### **1.2- Objetivos**

#### **1.2.1- Objetivo General**

Evaluar efectos del glifosato en el nitrógeno y en micronutrientes (hierro, manganeso, cobre y zinc) y macronutrientes (calcio, magnesio y potasio) del suelo como en ciertas especies forestales nativas (yvyra pyta, lapacho, curupay, pino).-

#### **1.2.2- Objetivos Específicos**

- Describir la influencia o efecto del glifosato en el nitrógeno y macro-micro nutrientes del suelo.-
- Cuantificar el crecimiento de especies forestales nativas en suelos tratados con Glifosato y suelo sin glifosato.-





---

peso molecular de 169,08 y un punto de fusión de 200° C. (Plan manejo ambiental erradicación de cultivos ilícitos, 2000).

Surfactantes e ingredientes inertes de la formulación básica.

El proceso de preparación de las formulaciones de uso comercial de cualquier plaguicida, incluyendo el Glifosato, es una tarea compleja y aunque se disponga de procedimiento básico de referencia, siempre existirán causales que obliguen a introducir modificaciones en la selección y calidad de las materias primas, con énfasis especial en los solventes y en las mezclas o surfactantes aniónicos y no ionicos. Para el caso del Glifosato se dispone de la siguiente formulación. De acuerdo con el fabricante, la formulación típica del Glifosato de uso comercial, en su presentación de líquido soluble, corresponde a:

Ingrediente activo: Glifosato N-(Fosdonometil) glicina, en sal isopropilamina 41%,  
Inertes: (Seboaminas etoxiladas) 59%.

Algunas formulaciones comerciales del Glifosato incorporan un surfactante conocido como POEA, en una proporción cercana al 15%. Este compuesto, según varias investigaciones toxicológicas, puede ser causa de daños gastrointestinales, ciertas afecciones al sistema nervioso central, algunos problemas respiratorios y ser capaz de destruir los glóbulos rojos de la sangre humana.

Del POEA se dice, también, que puede contraer una impureza identificada como 1-4 Dioxano la cual, se menciona igualmente, que ha demostrado tener capacidad cancerígena para animales y de causar daño en el hígado y los riñones humanos

Comportamiento en Suelos.

Como resumen anticipado de las informaciones técnicas consultadas sobre particular es posible concluir que las pruebas llevadas a cabo en el campo, sobre efectos colaterales del Glifosato en la fauna silvestre del suelo es inexistente o casi nulo. (Plan manejo ambiental erradicación de cultivos ilícitos, 2000).

### **2.1.1- El glifosato: problemas para el medio ambiente**

**Efectos ambientales.** Uno de los argumentos más frecuentes de la empresa se basa en que desde hace 25 años el glifosato viene siendo utilizado y no habrá generado resistencia en ninguna maleza. Sin embargo, actualmente comienza a aparecer tolerancia en plantas al herbicida. En Argentina, en un trabajo publicado por el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina) se informa sobre la



---

sospecha de aparición de tolerancia en malezas a la dosis recomendadas de glifosato. La consecuencia ambiental, es un aumento obligado en el consumo del herbicida en el corto plazo, y cuando se manifiesta la aplicación de resistencia, se reemplazó por otro agroquímico, continuando con el ciclo de intensificación insumo-dependiente. En términos ambientales es dable inferior que por las altas concentraciones a los que se expone y expondrá a la vida silvestre habrá efectos directos o indirectos indeseables, que deberán ser reevaluados independiente y adecuadamente. Si muchas plantas silvestres son refugios, alimento o área de reproducción de insectos benéficos, su desaparición afectará sensiblemente los sistemas de control integrado de plagas y enfermedades que, con debilidades aún sobreviven con una visión más holística para alcanzar un manejo de los recursos. (Pobrete Sotomayor, 2005).

Respecto a los árboles, se tiene una especial precaución sobre los efectos del glifosato y herbicidas que pueden afectar especialmente a las barreras rompe vientos. En los EEUU se ha sugerido así mismo que el glifosato reduce la rusticidad de los árboles en el invierno y además su resistencia a enfermedades fúngicas puede verse afectada. También se ha informado que los daños en arces se incrementan luego del segundo año de tratamiento consecutivo con glifosato. En otros vegetales, como los tréboles, cuando fueron sembrados hasta 120 días después de la aplicación del herbicida, se encontró una reducción tanto en la fijación de nitrógeno como en el crecimiento (Pobrete Sotomayor, 2005).

El hecho de que el glifosato haya comenzado a ser utilizado en programas extensivos de control de cultivos ilegales de coca, amapola o marihuana puede generar altos impactos ambientales. Muchos de estos cultivos se desarrollan en áreas selváticas de elevada biodiversidad e inevitablemente afecta pueden afectar a especies no objetivo, cuya supervivencia puede verse seriamente en peligro. Así mismo los insectos plagas que hasta este momento se alimentan han la biodiversidad circundante, al verse destruidos sus fuentes de abastecimiento probablemente puedan desplazarse hacia los cultivos, fortalecimiento de esta forma el ciclo agroquímico, al pretender controlarlos con insecticidas. (Pobrete Sotomayor, 2005).



### **2.1.2- Efectos Ambientales del Glifosato.**

Los efectos de deriva (perdida del producto durante la aplicación) o escurrimiento producidos en la aplicación del herbicida pueden producir efectos totales o selectivos sobre la flora del ambiente involucrado. Si el banco de semillas fuera reducido por el efecto continuo del herbicida, es probable que se conformase una sucesión secundaria, con el avance de nuevas especies y comunidades vegetales. Es decir, una profunda transformación del ecosistema. Realmente relevante será entonces, controlar los efectos de la deriva, el escurrimiento y la mala aplicación del producto, mucho del cual no llega a su destino (Pengue, 2003).

En términos ambientales, es dable inferir que por las altas concentraciones a los que se expone y expondrá a la vida silvestre habrá efectos directos o indirectos indeseables, que deberán ser reevaluados independiente y adecuadamente. Si muchas plantas silvestres son refugio, alimento o área de reproducción de insectos benéficos, su desaparición afectará sensiblemente los sistemas de control integrado de plagas y enfermedades que, con debilidad aún, sobreviven con una visión más holística para alcanzar un manejo racional de los recursos (Pengue, 2003).

### **2.1.3- Efectos de la aplicación del herbicida glifosato en los agro ecosistemas**

En sistemas agrícolas donde el glifosato es regularmente aplicado, la deriva y los residuos que quedan pueden causar daños a las plantas no objetivo. Cantidades significativas de glifosato aplicado a plantas no objetivo llegan al suelo como resultado del contacto directo, del lavado desde las hojas y de la exudación de las raíces de las malezas tratadas. Alrededor del 10% del glifosato aplicado puede llegar a las plantas no objetivo (Civerira, 2012).

La vida media del glifosato en el suelo es muy larga y puede llegar desde semanas a años. La mayoría de los residuos del glifosato (90%) se encuentran n los primeros 15 cm del suelo, y estos residuos representan una amenaza importante para la actividad microbiológica del suelo y la absorción por parte de las raíces de las plantas no objetivo. Recientemente se observó que la deriva de un 12% de las dosis



---

comúnmente aplicadas de glifosato afectaron el crecimiento de los tallos y la actividad de los nódulos (fijación del nitrógeno) en plantas de soja resistentes a glifosato, especialmente durante los estadios de crecimiento vegetativo (Civerira, 2012).

Existe evidencia actual que demuestra que el glifosato compite con los nutrientes por los sitios de intercambio en las partículas de los suelos. Los cationes del suelo son acomplejados con las partículas de glifosato formando complejos insolubles que disminuyen la disponibilidad para las plantas. En consecuencia se han observado disminuciones en los rendimientos de los cultivos en situaciones controladas. Los resultados de estas investigaciones sugieren que los residuos del glifosato o su difusión al medio ambiente puede resultar en severas deficiencias de nutrientes para las plantas no objetivo (Civerira, 2012).

Ha sido demostrado que los fertilizantes que contienen fosfato y el herbicida glifosato compiten por los sitios de adsorción en los suelos. Sin embargo, las consecuencias potenciales de estas interacciones para las plantas como por ejemplo la resolubilización de los residuos fitotóxicos del glifosato en suelos debido a la aplicación de fertilizantes fosforados o debido a mecanismos de movilización de P mediados por las raíces no ha sido investigada en profundidad. Se han realizado experimentos de invernáculo donde se analizó el potencial de removilización del glifosato por el fertilizante fosforado en suelos y su efecto sobre fitotoxicidad de plantas de soja (*Glycine max* L.). Se pudieron observar síntomas visuales de toxicidad por glifosato (Civerira, 2012).

La autora manifiesta que además, se observaron menores volúmenes de biomasa de plantas, menores porcentajes de germinación de semillas, menor acumulación de la enzima indicadora de toxicidad del glifosato (Shikimate) y un bajo estatus nutricional en la planta (foto 1). La ausencia de esta enzima origina toxicidad debido a la mayor acumulación de un metabolito secundario de la degradación del glifosato AMPA (aminomethylphosphonic acid) en los suelos. En suelos tratados con glifosato la aplicación de P indujo daños significativos en las plantas. Sin embargo, en suelos poco desarrollados el efecto fue contrario, se generó una estimulación del crecimiento de las plantas de soja (hormesis). Los resultados sugieren que la removilización del glifosato puede representar una vía adicional de transferencia del glifosato a especies no objetivo, la cual está fuertemente influenciada por las



---

características de los suelos como el potencial de fijación de fósforo, contenido de hierro disponible para las plantas, pH, capacidad de intercambio catiónico, contenido de arena y contenido de materia orgánica (Civerira, 2012).

Como fue citado anteriormente, el glifosato compite con las partículas de fósforo por los sitios de adsorción por lo tanto al fertilizar el suelo esto podría contribuir a liberar el glifosato adherido a las partículas del suelo e incrementar las probabilidades de que el herbicida llegue a los ecosistemas acuáticos (Civerira, 2012).

Este fenómeno, junto con el reciente aumento de la aplicación de fertilizantes fosforados en Argentina, motivo que se realizaran estudios orientados a comprender los efectos de la aplicación prolongada de glifosato sobre las comunidades de microorganismos acuáticos que habitan las lagunas bonaerenses. Estos estudios revelaron que agregar glifosato a piletas que simulan cuerpos de agua naturales altero la calidad de la luz y aumento la concentración de fósforo. Una vez que el glifosato se aplico sobre el follaje, una parte penetra en los tejidos de la planta pero otro puede ser arrastrado por lluvias que caigan en los días siguientes a la aplicación. Aun si la planta muere como resultado de la aplicación, el glifosato permanece en los tejidos vegetales muertos. Investigaciones realizadas en bosques templados indican que el 50% de los residuos de glifosato en desechos de hojas desaparece luego de ocho a nueve días. También se puede producir destrucción por luz o foto degradación si llega suficiente radiación ultravioleta (Civerira, 2012).

Los residuos del glifosato o su deriva pueden afectar la absorción de Fe y Mn en las plantas no objetivo, resultando en deficiencias nutricionales en las plantas y en menores posibilidades de crecimiento de la vegetación. Las partículas de glifosato pueden unirse a los metales (Fe y Mn) y formar complejos glifosato-metal poco solubles en los tejidos vegetales y o en la rizósfera de las plantas (Civerira, 2012).

#### **2.1.4- Resistencia a herbicidas**

En términos generales, el desarrollo de resistencia a cualquier herbicida involucra un proceso de selección ligado al de variabilidad intraespecífica. Se asume que cualquier población de malezas puede tener biotipos resistentes en baja consecuencia, debido a mutaciones que ocurren naturalmente. Así, el uso repetitivo de un mismo herbicida expone a la población a una presión de selección que conduce



---

al aumento del número de individuos resistentes. Los biotipos susceptibles mueren mientras que los resistentes sobreviven produciendo propágulos. Si persiste la aplicación del herbicida que actúa sobre el mismo sitio de acción, la proporción del biotipo resistente se incrementa en relación al biotipo susceptible (Villalba, 2009).

La autora también indica también que además de la resistencia que puede ocurrir en forma natural, existen posibilidades de inducirla por técnicas de ADN recombinante propuestas por la ingeniería genética o selección de variantes resistentes obtenidas por cultivo de tejidos mutagénesis. (Villalba, 2009)

Absorción del herbicida: En cambio generales, el modo de absorción depende, además de las características físicas y químicas de las moléculas del herbicida, de la forma de aplicación del mismo: post-emergente (penetración foliar) o pre-emergente (penetración radicular). La resistencia/sensibilidad a herbicidas con acción residual, en tratamientos preemergencia, puede venir asociada a factores morfológicos tales como diferencias en la profundidad o estructura anatómica del sistema radicular, como a factores fisiológicos tales como la limitada adsorción activa del herbicida en especies sensible. Con respecto a la vía foliar, las condiciones meteorológicas, la tensión superficial de la solución del herbicida, el volumen de tratamiento y las características foliares tales como el área, la orientación foliar y la cantidad de herbicida que queda pegado a la planta y penetra luego por los tejidos vegetales. (Villalba, 2009).

Resistencia a glifosato – Antecedentes.

El primer caso de resistencia a herbicidas fue para el 2-4D pero la temática de resistencia de malezas a los herbicidas comenzó a ser conocida en 1970, cuando se publicó el primer caso de resistencia, en 1974 se introdujo en el mercado el herbicida Roundup cuyo ingrediente activo es el glifosato, y 22 años después, en 1996, se informó el primer caso de resistencia a glifosato en *Lolium rigidum* en Argentina, la comprobación de especies tolerantes y biotipos resistentes al glifosato (12. 20) estaría indicando no sólo una disminución de biodiversidad, por la susceptibilidad diferencial que existe entre los taxa, sino también el aumento obligado en frecuencia y dosis de aplicación del herbicida a corto plazo. El glifosato actúa como herbicida post-emergente de amplio espectro, no selectivo y “seguro” desde el punto de vista ambiental (baja toxicidad para organismos no blanco, bajo movimiento en el agua subterránea y persistencia limitada). Es un herbicida inhibidor de la síntesis de



---

aminoácidos en plantas, bacterias, algas, hongos y parásitos apicomplejos a través de la inhibición de enzimas EPSPS (5-enolpiruvil shikimato 3-fosfato sintetasa) la EPSPS es codificada por el núcleo celular y transportada al cloroplasto a través de un péptido de transporte, y es en el cloroplasto donde participa de la ruta metabólica del ácido shikímico. (Villalba, 2009).

La autora sigue mencionando que en esta vía se emplea un 20 por ciento del carbono fijado durante la fotosíntesis. Esta enzima está asociada a la síntesis de tres aminoácidos esenciales cromáticos: fenilalanina, tirosina y triptófano. Además, este trayecto está relacionado a la síntesis de compuestos aromáticos como ligninas, alcaloides, flavonoides, ácidos benzoicos y hormonas vegetales, puesto que los aminoácidos sintetizados son precursores de estos compuestos secundarios.

La población de malezas se adapta a la selección intensa ejercida por los herbicidas, cuestión que dificulta un control adecuado. Para que el desarrollo de la resistencia pueda prosperar es indispensable la variabilidad genética dentro de la población de interés. La probabilidad de que la población adquiera resistencia dependerá de la frecuencia de mutación de las ventajas selectivas de los alelos o genes que confieren resistencia y del tamaño de la población. (Villalba, 2009).

#### **2.1.5- Competencia Glifosato – Fosfato por la Superficie de Minerales.**

Los beneficios que los plaguicidas han brindado a la producción de los cultivos son incuestionables, pero es importante resaltar que solamente una parte de lo que se aplica ejerce su función, el resto es distribuido en el ambiente. La presencia de estas especies en aguas subterráneas y cuerpos de agua natural es un tema que nos preocupa desde varios puntos de vista: desde la salud, desde lo ecológico, desde lo ambiental, desde lo productivo, el control de malezas es casi exclusivamente químico y uno de los pesticidas más utilizados es el glifosato. Luego de su aplicación, el destino del Glifosato en el ambiente va a depender de su capacidad de interactuar con el medio natural. El suelo es uno de los principales responsables de la movilidad de este tipo de sustancias ya que la mayoría de los procesos químicos y biológicos que determinan la retención y el transporte de los plaguicidas ocurren en la superficie del suelo, estos procesos incluyen fenómenos de adsorción, degradación química, degradación biológica. El estudio de la interacción del Glifosato con los componentes orgánicos e inorgánicos del suelo puede brindar información



importante para predecir y comprender su comportamiento en el ambiente. Los constituyentes de la fase sólida del suelo tales como las arcillas y los óxidos de aluminio, hierro y manganeso, juegan un rol extremadamente importante. Aunque no se encuentren en grandes cantidades, tienen efectos significativos en los procesos de adsorción-desorción debido a su gran superficie específica y a su reactividad. Los procesos de adsorción están íntimamente relacionados con los sitios que la superficie del mineral posee. De esta manera, hay una alta probabilidad de que en un medio natural existan muchas sustancias compitiendo con Glifosato por los mismos sitios de adsorción y así puedan modificar su movilidad en el ambiente (Waiman, Luengo y Zanini, 2010).

Por lo tanto, un punto muy importante a considerar en el estudio de las interacciones con los componentes del suelo es la influencia de las especies que co-habitan con Glifosato en el ambiente y que pueden competir con él por los sitios de adsorción. Dentro de esas especies se encuentran los iones del tipo fosfato, naturalmente existentes en los suelos y en muchos casos en aumento por la aplicación excesiva de fertilizantes (Waiman, Luengo y Zanini, 2010).

#### **2.1.6- La toxicología del Glifosato y riesgo en la salud humana Toxicidad y efectos indeseables.**

La Agencia de Protección Medioambiental (EPA) ya reclasificó los plaguicidas que contienen glifosato como clase II, altamente tóxicos, por ser irritantes de los ojos. La Organización Mundial de la Salud, sin embargo, describe efectos más serios; en varios estudios con conejos, los calificó como "fuertemente" o "extremadamente" irritantes. El ingrediente activo (Glifosato) está clasificado como extremadamente tóxico (categoría I) (Kaczewer, 2002).

Continúa afirmando el mismo autor que las fórmulas conteniendo glifosato producen mayor toxicidad aguda que el glifosato solo. La cantidad de Round-up (Glifosato + POEA) requerida para ocasionar la muerte de ratas es tres veces menor que la de glifosato puro (Kaczewer, 2002).

En cuanto a las formas de exposición, la toxicidad de ambas presentaciones (Glifosato puro, fórmulas compuestas) es mayor en casos de exposición dérmica e



---

inhalatoria (exposición ocupacional) que en casos de ingestión, siempre de acuerdo a la información de la misma fuente (Kaczewer, 2002).

En humanos, los síntomas de envenenamiento incluyen irritaciones dérmicas y oculares, náuseas y mareos, edema pulmonar, descenso de la presión sanguínea, reacciones alérgicas, dolor abdominal, pérdida masiva de líquido gastrointestinal, vómito, pérdida de conciencia, destrucción de glóbulos rojos, electrocardiogramas anormales y daño o falla renal (Kaczewer, 2002).

Son frecuentes los accidentes laborales con agroquímicos en todo el mundo.-

Según la Organización Mundial de la Salud-OMS, de un total anual mundial de 250 millones de accidentes laborales, 335.000 fueron accidentes mortales. 170.000 de estas muertes ocurrieron en el sector agrícola, resultando en una tasa de accidentes mortales dos veces mayor que las de cualquier otra actividad. Siendo habitual la exposición laboral a altas dosis de estas sustancias, debería protegerse en forma especial a los aplicadores del producto a los cultivos en lugar de seguir insistiendo las empresas productoras en su argumento respecto de la baja toxicidad del glifosato (Kaczewer, 2002).

Por otro lado, el autor menciona que los estudios toxicológicos sobre el Glifosato requeridos oficialmente para su registro y aprobación han sido asociados con prácticas fraudulentas. En 1976, una auditoría realizada por la EPA descubrió serios errores y deficiencias en estudios conducidos por uno de los más importantes laboratorios norteamericanos involucrados en la determinación toxicológica de pesticidas previa a su registro oficial. La EPA acusó públicamente a Industrial Biotest Laboratories (IBT), laboratorio que condujo 30 estudios sobre Glifosato y fórmulas comerciales en base a Glifosato (entre éstos, 11 de los 19 estudios realizados respecto de su toxicidad crónica), de falsificación rutinaria de datos y omisión de informes sobre incontables defunciones de ratas y cobayos. La EPA denunció el episodio con 7 años de demora (1983) y escasa repercusión mediática. Las gacetillas informativas de la OMS no mencionaron el hecho de que la poliacrilamida es un reconocido aditivo de productos herbicidas comerciales (soluciones al 25-30%), agregado para reducir la deriva en el rociado y actuar como surfactante (Kaczewer, 2002).



El autor recomienda que merece ser examinado un riesgo adicional para la salud humana planteado por la utilización de este tipo de herbicidas en base al Glifosato. La sociedad no ha desarrollado ninguna política o aparato para restringir efectivamente la competitiva carrera biotecnológica, o para regular apropiadamente sus productos o para guiarlos hacia rumbos más seguros o productivos. Esta deficiencia se relaciona también con la falta de criterio científico en la toma de decisiones y en el establecimiento de estándares en la reglamentación sobre bioseguridad. Es el riesgo sanitario resultante de la estrategia implementada por la industria de la transgénesis (basada en la ingeniería genética) para minimizar en el público los miedos ante los diversos riesgos aquí analizados y lograr rápidamente que la gente se acostumbre a comer alimentos transgénicos, una estrategia que en Argentina hoy se materializa bajo la forma de un plan denominado "Soja Solidaria" (Kaczewer, 2002).

Junto con la ayuda alimentaria de enormes raciones de soja elaborada como milanesa, hamburguesa, albóndiga, fideo, raviol, leche, yogur, y queso "de soja", ahora, casi 17 millones de argentinos empobrecidos y hambrientos también recibirán su dosis masiva de Glifosato.... La implacable estrategia comercial de la industria nos permite anticipar cómo ésta visualiza su camino hacia un próspero futuro.... a costa de la salud de millones de personas ni siquiera todavía informadas de la existencia de este tipo de productos (Kaczewer, 2002).

### **2.1.7- Efectos ambientales**

Dosis subletales o inferior al DL50 de Glifosato arrastradas por el viento, dañan flores silvestres y pueden afectar algunas especies a más de 20 metros del sitio asperjado. Al aplicar un plaguicida la deriva es inevitable y dependerá de varias circunstancias, entre ellas la forma de aplicación, terrestre o aérea; la velocidad del viento en superficie. Las distancias medidas para las diferentes técnicas de aplicación son las siguientes:

Aplicaciones terrestres: entre el 14% y el 78% del Glifosato aplicado sale del sitio. Especies sensibles murieron a 40 metros. Los modelos indican que especies



---

susceptibles pueden morir a 100 metros. Se han encontrado residuos a 40t se encontró glifosato a 800 m, la mayor distancia estudiada (E. Nivia, 2012).

Aplicaciones con avión: Con este sistema ocurre la deriva a mayores distancias. En un estudio en California (Estados Unidos) el Glifosato se encontró a 800 m, la mayor distancia estudiada, en Canadá han calculado que las zonas buffer deben estar entre 75 y 1.200 m para evitar daños a la vegetación que se quiere proteger (Nivia, 2012).

Contaminación del suelo: La información sobre el movimiento y la persistencia del glifosato en suelos es variada. De acuerdo con la EPA y otras fuentes, el Glifosato que llega al suelo es fuertemente adsorbido, aún en suelos con bajos contenidos de arcillas y materia orgánica. Por esto, aunque es altamente soluble en agua, se considera que es inmóvil o casi inmóvil, permaneciendo en las capas superiores del suelo, siendo poco propenso a la percolación y con bajo potencial de escorrentía, excepto cuando se adsorbe a material coloidal o partículas suspendidas en el agua de escorrentía (Nivia, 2012).

Varios investigadores afirman que el Glifosato puede ser fácilmente desorbido en algunas clases de suelo, o sea que se puede soltar de las partículas pudiendo ser muy móvil en el ambiente del suelo (Dinham, 1998). En un suelo, 80% del Glifosato adicionado desorbió o se soltó en un período de dos horas (Cox 1995). Las pérdidas por volatilización o foto descomposición son insignificantes, pero es descompuesto por microorganismos, reportándose vidas medias en el suelo (tiempo que tarda en desaparecer la mitad de un compuesto del ambiente) de alrededor de 60 días (2 meses) según la EPA y de 1 a 174 días (casi 6 meses) para otros. Sin embargo, la EPA añade que en estudios de campo los residuos se encuentran a menudo al año siguiente (Nivia, 2012).

Existen estudios que hablan de una larga persistencia en suelos. Se considera que la degradación inicial es más rápida que la degradación posterior de lo que permanece, resultando en larga persistencia. La persistencia larga se ha encontrado en varios estudios, resultando en 249 días en suelos agrícolas y entre 259 a 296 días en ocho sitios forestales de Finnish; 335 días en un sitio forestal de Ontario (Canadá); 360 días en tres sitios forestales en Columbia Británica (Canadá); y de 1 a 3 años en 11 sitios forestales de Suecia (Nivia, 2012).



---

No es fácil detectar residuos en laboratorio de sustancias altamente solubles en agua como el Glifosato, tebuthiuron e imazapyr, porque en las pruebas de laboratorio se trabaja comúnmente con solventes orgánicos. De ahí que sean importantes las pruebas biológicas o siembra de cultivos susceptibles, los cuales pueden permitir detectar presencia de herbicidas cuando ya no se detecten residuos en laboratorio (Nivia, 2012).

#### **2.1.8- Efectos de la aplicación de glifosato sobre parámetros químico-fisiológicos.**

La difusión del empleo de Glifosato como herbicida para el control de malezas, principalmente en cultivos de soja transgénica, puede provocar alteraciones biológicas y ecológicas al ecosistema. Con el fin de estimar el efecto de este herbicida sobre la flora líquénica se empleó la especie *Usnea amblyoclada* (Müll. Arg.) Zahlbr como biomonitor “in situ”. Se trasplantaron muestras de este líquen a un campo de cultivo de soja y a una zona control y durante tres meses se determinaron parámetros fisiológicos indicadores de daño. En otro ensayo se evaluó, en condiciones controladas, el efecto de distintas dosis de herbicida sobre la fisiología del líquen, los resultados del experimento a campo mostraron que la aplicación de Glifosato produjo una disminución significativa de los pigmentos fotosintéticos. Se observó una disminución significativa de los contenidos de feofitina ‘a’ y ‘b’ y un aumento en las concentraciones de los productos de oxidaciones de membranas celulares. Los resultados obtenidos en condiciones controladas fueron similares, por lo que se comprueba el efecto perjudicial del Glifosato sobre *U. amblyoclada* y se pone de manifiesto la utilidad de esta especie como biomonitor de zonas agrícolas (Carrera; Carrera, 2011).-

#### **2.1.9- Especies Dañinas.**

El continuo e intensivo uso de un solo herbicida proporciona alta presión de selección de malezas con dos consecuencias negativas. En primer lugar, aumenta la densidad de las especies tolerantes al herbicida utilizado, y en segundo lugar, favorece la evolución de poblaciones resistentes al mismo. De hecho, con la adopción de



---

cultivos resistentes al glifosato en Argentina y el consiguiente uso intensivo de este herbicida aumentó la densidad de especies, En cultivos de soja también se encuentra resistencia al glifosato en *Euphorbia heterophylla* conocida como lecherón en Argentina o leiteiro y amendoim-bravo en Brasil, (Vidal, Rainero,; Kalsinh; Trezzi, 2010)

*En la parcela que se aplico glifosato se pueden ver la germinación de la lecherita, Euphorbia heterophylla, (nombre más común en nuestro país), ya que en el área que no se aplico Glifosato no hubo germinación de esa maleza, se puede afirmar en esta investigación que esa especie es resistente al Glifosato y además el herbicida es propicio para su germinación ya que después de las aplicaciones han germinado en esa área y no han muerto después de la siguiente aplicación del Glifosato.*

#### **2.1.10- El glifosato interfiere negativamente con muchos componentes de la agricultura.**

En la agricultura es un sistema integrado de muchos componentes que interactúan, que en conjunto determinan la salud de los cultivos y por lo tanto el rendimiento. Este concepto está infravalorado, y cuanto antes se reconozca, más pronto será capaz de aprovecharse todo el potencial genético de los cultivos. Los tres componentes principales de un sistema agrícola son: 1) el medio biótico incluyendo organismos benéficos, por ejemplo, la fijación de nitrógeno, los microbios y mineralizadores, 2) el medio abiótico, como nutrientes, humedad, pH, y 3), la defensa contra los patógenos que dañan las cosechas. El potencial genético de una planta se puede lograr reduciendo al mínimo la tensión puesta sobre estos componentes a través de la mejora de la nutrición vegetal y la fisiología y la prevención de enfermedades y plagas (Sirinathsinghji, 2012).

Se nos ha dicho repetidamente que para satisfacer las necesidades del mundo en producción de alimentos hay que recurrir a los transgénicos y la agricultura química. Sin embargo, el glifosato interactúa perjudicando todos los componentes agrícolas, tanto es así que se estima que un 50 por ciento del rendimiento de los cultivos se están perdidos. (Sirinathsinghji, 2012).

El glifosato inmoviliza los nutrientes esenciales para la planta de sistema de defensa y otras funciones. La autora menciona también que uno de los importantes



descubrimientos de Huber fue reconocer la estrecha correlación de todas las condiciones conocidas que afectan a la enfermedad generalizada (disease 'take-all') con la disponibilidad de manganeso en la planta y su efecto fisiológico sobre la resistencia a este nuevo germen patógeno. Los micro-nutrientes son activadores o inhibidores de muchas funciones fisiológicas críticas. Por lo tanto, una deficiencia o un cambio en la disponibilidad de estos elementos reguladores pueden afectar significativamente el crecimiento de plantas y resistencia a enfermedades y plagas. Aquellas vías metabólicas producen secundariamente compuestos antimicrobianos, como pépticos y amino ácidos; hormonas implicadas en la cicatrización (que aíslan a los patógenos), callosidades y todos los mecanismos para escapar de la enfermedad pueden verse comprometidas por el Glifosato (Sirinathsinghji, 2012).

Los micro-nutrientes son también necesarios para otros procesos en una planta. Manganeso, por ejemplo, no sólo participa en la co-activación de la enzima EPSPS, hay otras 25 enzimas que se sabe que son afectadas por la quelación de manganeso. Estas enzimas son necesarias para la fotosíntesis, la asimilación de dióxido de carbono en la cadena de transporte de electrones, junto con el zinc. También ayuda en la síntesis de la clorofila y en la asimilación de nitrato. Numerosas enzimas que requieren otros co-factores minerales también se ven afectadas, entre ellas las enzimas de la vía shicamato, a la que pertenece EPSPS, son responsables de la respuesta de las plantas al estrés y la síntesis de moléculas de defensa contra los patógenos, tales como aminoácidos, ligninas, hormonas, fitoalexinas, flavonoides y fenoles. De acuerdo con lo que se conoce sobre el papel de los micronutrientes y el glifosato, se han medido en plantas transgénicas de soja RR los niveles de minerales claves y resultaron ser inferiores a los de isogénicas variedades no transgénicas. El manganeso se redujo en un 45%, mientras que el hierro se redujo en un 49%. Deficiencias similares en el contenido mineral se han encontrado en las variedades no transgénicas, lo que sugiere que el glifosato, y no el transgén RR, es responsable de la reducción de la disponibilidad de minerales. El glifosato reduce la fotosíntesis, la absorción de agua, la producción de aminoácidos, así como la lignina, una molécula que confiere resistencia mecánica de la planta y es crucial para conducir el agua a través de los tallos de plantas. Como dijo Huber, las consecuencias de estas deficiencias nutricionales es que "los cultivos no se ven tan bien, no son tan productivos o rigurosos, y son de crecimiento más lento". El señala una caída del



rendimiento de 26% para la soja RR. Además, con las actuales preocupaciones por el calentamiento global, las plantas que tienen hasta un 50% menos de uso eficiente del agua, como los cultivos RR, son contraproducentes y sólo puede exacerbar los problemas. Huber destacó que no hay nada en los cultivos RR que opere en el Glifosato aplicado a ellos. En consecuencia, a pesar de que tienen una resistencia suficiente para evitar morir (conferida por el transgen EPSPS), su función fisiológica en general se ve afectada por el Glifosato. Por lo tanto, afecta a los OGM, así como a cultivos no transgénicos a través de los niveles residuales de Glifosato en el suelo. Además de quelear los nutrientes de las plantas, el Glifosato puede disminuir el contenido de minerales a través de dañar organismos benéficos, incluyendo microbios productores de indol-acético (una auxina que promueven el crecimiento), las lombrices de tierra, las asociaciones de micorrizas, la absorción de fósforo y zinc, los microbios como *Pseudomonas*, bacilo que convierten óxidos insolubles del suelo a formas biodisponibles de hierro y manganeso, bacterias fijadoras de nitrógeno como *Bradyrhizobium*, *Rhizobium* y organismos involucrados en el control biológico de enfermedades del suelo que reducen la absorción por las raíces de los nutrientes (Sirinathsinghji, 2012).

#### **2.1.11- Glifosato el herbicida y sus efectos sobre la salud, efectos sobre el suelo**

El glifosato es rápidamente adsorbido y estrechamente complejo por la mayoría de los suelos. El pH y el contenido de la materia orgánica tienen poco efecto sobre la capacidad de unión del herbicida. La movilidad aumenta con altos pH y con alto contenido de fosfato inorgánico. Su lixiviación en el suelo es muy limitada si se lo comprara co otros herbicidas. El glifosato no es volátil. (Permingeat, 2008)

Contaminación del suelo. El glifosato no esta considerado como un contaminante del suelo cuando se usa la dosis recomendadas. Se lo aplica en aspersión foliar, y entonces alcanza el suelo por la misma aspersión, o por el chorreado desde la planta. Puede ser traslocado a la raíz del tejido foliar y luego exudado al suelo por las raíces. Se adsorbe a las partículas y es rápidamente degradado por los microorganismos del suelo. La vida media del glifosato en el suelo es variable, pero puede llegar a 174 días dependiendo de los suelos y las condiciones climáticas. Cuando se mineraliza, se descompone en AMPA como mayor metabolismo. La vida de este metabolismo es



---

mayor que la del glifosato, especialmente en suelos con pocas labranzas. (Permingeat, 2008).

Efectos sobre la biota del suelo: En general, hay escaso efecto del glifosato sobre la micro flora del suelo. En un estudio proveniente de la Argentina no se detectó efectos cuando se utilizó una doble dosis del herbicida. Suelos que fueron expuestos al glifosato por varios años tuvieron una respuesta en la actividad microbiana. Así, se observó un aumento en el número de actinomicetes y hongos, y una reducción de bacterias luego de 32 días de incubación de un suelo con glifosato. También se detectó AMPA como producto de degradación del glifosato (H, Permingeat, 2008).

El autor menciona también que: La bacteria fijadora de nitrógeno asociada a la soja *Bradyrhizobium japonicum* Kirchber posee una EPSPS sensible al glifosato. Esto produce una acumulación de shikimato en la bacteria, limita su crecimiento y también ofrece un efecto sobre el metabolismo nitrogenado en la soja RG. Además, el glifosato es preferentemente translocado a los nódulos de la soja, pero en condiciones de campo no se detectan efectos adversos sobre el cultivo (Permingeat, 2008).

Y menciona que, varios artículos de revisión resumen que no existen evidencias que los CRGs modifiquen la biología del suelo; sin embargo, en todos se pone énfasis que el tema debe ser estudiado con mayor especificidad, analizando caso por caso. Hasta el presente no se documentaron efectos agronómicos significativos del glifosato sobre los microorganismos del suelo (Permingeat, 2008).

Pérdida del suelo y compactación. Un impacto positivo del uso de los CRGs es que facilitan las prácticas de labranzas cero o reducidas, con su consecuente impacto sobre la protección del recurso suelo, tanto sea su fertilidad física, química y biológica. Un tema aún por dilucidar es el impacto de labranzas (no labranzas) sobre la densidad de los suelos. (Permingeat, 2008)

Malezas resistentes al glifosato. A pesar de ser el glifosato un herbicida de amplio espectro, algunas especies o biotipos de especies son resistentes a la dosis del uso en el campo. Estas especies o biotipos encuentran nichos ecológicos en los agro ecosistemas y en los cultivos de CRGs. La evolución de la resistencia se acelera cuando el herbicida al que estos materiales son resistentes es aplicado intensivamente. En este caso, los genes de resistencia se mueven por cruzamiento y la solución esta en usar otros herbicidas para controlar estas malezas resistentes. No



se asume en estos casos la transferencia del polen al cultivo resistente (soja, maíz, algodón) hacia la mezcla, salvo en la canola o colza (que si se ha documentado la transferencia al nabo). Si bien se han detectado varas malezas resistentes al glifosato, los mecanismos de resistencia obedecen a diferentes causas entre las que se encuentran mutaciones en la enzima blanco del herbicida, barreras de entradas del herbicida y problema de translocación hacia los centros de crecimiento de las plantas resistentes. En algunos casos, aun no pudo ser dilucidado el origen de la resistencia. (Permingeat, 2008).

## **2.2- NUTRIENTES FERTILIDAD, Factores del suelo que determinan su disponibilidad**

### a) pH del suelo

Su efecto es en la solubilidad y absorción de los micronutrientes y dependerá de cual consideremos (Cerveñansky, 2011).

#### **Globalmente:**

- al disminuir el pH, aumenta la solubilidad y absorción de Fe, Cu, Zn, Mn, B

- al aumentar el pH, aumenta la disponibilidad del Mo

### a) pH del suelo - ejemplos

Fe – al aumentar el pH el Fe<sup>+2</sup> pasa a Fe<sup>+3</sup> y precipita.

Su solubilidad esta controlada por los óxidos de Fe (Fe<sup>+3</sup> disminuye 1000 veces y Fe<sup>+2</sup> 100 veces su solubilidad por unidad de aumento del pH)

Zn – Zn<sup>+2</sup> predomina en medio ácido. En suelos de pH 6-8 predomina como hidróxido y carbonato de Zn, ambas formas insolubles.

B – Adsorción sobre hidróxidos de aluminio (pH >6,4) (A. Cerveñansky, 2011).

### **Textura**

En suelos de textura finan hay mayores contenidos de micronutrientes en todas las formas. Por ello en suelos livianos es donde normalmente se dan situaciones de deficiencia (Cerveñansky, 2011).

### d) Materia orgánica

Su efecto se da sobre la retención de cationes metálicos por quelatación o complejación.



---

El Cu es uno de los más retenidos por este mecanismo, pero también el Mn, Fe, Zn.

La autora, (Cerveñansky, 2011), menciona también los efectos sobre el crecimiento vegetal.

- Hierro (Fe+2) – componente de sustancias de óx.-red. de respiración y fotosíntesis.
- Manganeso (Mn+2) – Participación en procesos de fotosíntesis y reducción de NO<sub>3</sub>; reacciones de óx.-red.
- Boro (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) – Desarrollo de meristemas; participación en síntesis de proteínas; metabolismo de carbohidratos.
- Zinc (Zn+2) – Metabolismo de auxinas; Constituyente de anhidrasa carbónica.
- Cobre (Cu+2) – Constituyente de enzimas de óx.-red.
- Molibdeno (MoO<sub>4</sub>)

-2) –Participa en nodulación de leguminosas (nitrogenasa) y en la reducción del NO<sub>3</sub> (nitrato reductasa)

Dentro de la planta: Fe-Mn-B-Mo son inmóviles.

Zn-Cu relativamente móviles (Cerveñansky, 2011).

### **2.2.1- Micronutrientes, Factores que determinan deficiencia de micronutrientes**

#### 1. Factores de Suelo

- pH
- textura
- suelos de turba

#### 2. Factores de Manejo

- intensidad de producción
- suelos muy cultivados, fertilizados con NPK

En el caso específico del Glifosato, quizás uno de los problemas asociados es la simplificación del paisaje que tiene lugar como resultado de la desaparición de las coberturas vegetales circundantes a los campos de cultivos, y que afectan el hábitat para la diversidad de especies y los procesos ecológicos que estas desempeñan en el ecosistema. Por esta razón, no solo debemos considerar los aspectos toxicológicos asociados a los agroquímicos, sino todos los efectos secundarios que pueden resultar de sus aplicaciones, sobre todo, si estas ocurren a grandes escalas espaciales y con repetición en el tiempo (Zaccagnini, 2010).



### **2.2.2- Los Macronutrientes y Micronutrientes en el tejido vegetal.**

#### **Nutrientes.**

Los nutrientes vegetales son aquellos químicos que en mayor o menor proporción son necesarios para el desarrollo de las plantas. Estos nutrientes se toman del suelo a través de las raíces o del aire de las hojas. Aunque sean definidos veinte los elementos químicos en la mayor parte de las plantas, sea visto que solamente dieciséis son realmente necesarios para un adecuado crecimiento y una completa maduración de las plantas. A los 16 elementos se les considera como nutrientes esenciales (Baerga Santini, 2007).

La autora menciona que el, carbono, oxígeno e hidrógeno, constituyen la mayor parte del peso seco de las plantas. Estos elementos provienen del CO<sub>2</sub> atmosférico y del agua. Les siguen en importancia cuantitativa el nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, fósforo y azufre los cuales son absorbidos del suelo. Los elementos más importantes para el crecimiento de las plantas se clasifican de la siguiente manera: 1) los macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio y que deberían ser suministrados a las plantas a través de fertilizantes, 2) los menos nutrientes como calcio, magnesio y azufre y 3) los micronutrientes u oligoelementos como hierro, manganeso, boro, zinc, cobre y molibdeno que están generalmente presentes en el suelo en cantidades suficientes y las plantas los necesitan en dosis menores (Baerga Santini, 2007).

También menciona que la tabla siguiente recoge las funciones de estos elementos en las plantas y sus síntomas de deficiencia:



Tabla 1 Funciones de los nutrientes en las plantas y sus síntomas de deficiencia

Nutriente	Función	Síntomas de deficiencia
Nitrógeno (N)	Estimula el crecimiento rápido; favorece la síntesis de clorofila, de aminoácidos y proteínas.	Crecimiento atrofiado; color amarillo en las hojas inferiores; tronco débil; color verde claro.
Potasio (K)	Acentúa el vigor; aporta resistencia a las enfermedades, fuerza al tallo y calidad a la semilla.	Oscurecimiento del margen de los bordes de las hojas inferiores; tallos débiles.
Calcio (Ca)	Constituyente de las paredes celulares; colabora en la división celular.	Hojas terminales deformadas o muertas; color verde claro.
Magnesio (Mg)	Componente de la clorofila, de las enzimas y de las vitaminas; colabora en la incorporación de nutrientes.	Amarilleo entre los nervios de las hojas inferiores (clorosis).
Azufre (S)	Esencial para la formación de aminoácidos y vitaminas; aporta el color verde a las hojas.	Hojas superiores amarillas, crecimiento atrofiado.
Boro (B)	Importante en la floración, formación de frutos y división celular.	Yemas terminales muertas; hojas superiores quebradizas con plegamiento.
Cobre (Cu)	Componente de las enzimas; colabora en la síntesis de clorofila y en la respiración.	Yemas terminales y hojas muertas; color verdeazulado.
Cloro (Cl)	No está bien definido; colabora con el crecimiento de las raíces y de los brotes.	Marchitamiento; hojas cloróticas.
Hierro (Fe)	Catalizador en la formación de clorofila; componente de las enzimas.	Clorosis entre los nervios de las hojas superiores.
Manganeso (Mn)	Participa en la síntesis de clorofila.	Color verde oscuro en los nervios de las hojas; clorosis entre los nervios.
Molibdeno (Mo)	Colabora con la fijación de nitrógeno y con la síntesis de proteínas.	Similar al nitrógeno.
Zinc (Zn)	Esencial para la formación de auxina y almidón.	Clorosis entre los nervios de las hojas superiores.

(Baerga Santini, 2007).



---

### **2.2.3- Parámetros químicos: Principales nutrientes del suelo**

La cantidad de nutrientes que contiene el suelo va a determinar el potencial que tiene este para alimentar los cultivos que se desarrollarán sobre él. El hecho de cultivar hace que se agoten los nutrientes del suelo que pasan a formar parte de las plantas. Por eso es necesario fertilizar el suelo, para reponer los nutrientes que han sido extraídos (Eiroa, 2012).

Se suelen clasificar los nutrientes en Macro y Micronutrientes bajo un criterio de cantidad que precisan los cultivos de cada uno de ellos y su presencia en las plantas, pero no debemos pensar que los micronutrientes, por necesitar menos cantidad, son menos importantes para el desarrollo correcto de los cultivos. Las deficiencias en micronutrientes se tienen poco en cuenta, por el contrario, se presta más atención a los macronutrientes NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), dando como resultado carencias importantes, daños en cosechas, malos desarrollos en los cultivos. De ahí que también se denominen a los micronutrientes como oligoelementos (poca cantidad pero imprescindibles), (Eiroa, 2012).

La autora define a los macronutrientes en:

Macronutrientes del suelo: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S).

Nitrógeno (N): Es el nutriente que favorece el desarrollo de la parte aérea de las plantas y proporciona el color verde a las hojas. Por lo tanto las deficiencias en Nitrógeno derivan en cultivos de plantas débiles, pálidas con lo cual la productividad del cultivo queda mermado. (Eiroa, 2012).

Fósforo (P): Es un nutriente importante por estar implicado en numerosas funciones en las plantas. Podemos destacar, entre todas ellas, que es el componente esencial en las enzimas vegetales implicadas en la transferencia de energía de los procesos metabólicos, presente en los ácidos nucleicos, azúcares y ácido fítico, participa en la fotosíntesis y respiración, es un componente esencial en la membrana celular, favorece el desarrollo radicular, durante la floración favorece la maduración de los frutos, Cuando este es deficiente, la planta es más débil, no crece al mismo ritmo, no



---

desarrolla sus raíces, se retrasa la floración y la maduración de los frutos y las plantas son menos resistentes al frío. (Eiroa, 2012).

Define al: Potasio (P): También es muy importante en el metabolismo de las plantas. Controla la respiración abriendo y cerrando los estomas y actuando sobre los cloroplastos, en la fotosíntesis. Participa en la movilización de los azúcares desde las hojas a zonas de almacenaje (semillas, tubérculos, etc,...). Mejora el sabor de los frutos, aumenta la resistencia de las plantas a enfermedades, parásitos y heladas. Cuando el potasio es deficiente, toda la planta está flácida y las hojas parecen viejas y se amarillean desde los bordes. Las plantas suele romper o partir por culpa de la flacidez y son más propensas a enfermedades (Eiroa, 2012).

Calcio (Ca): Es un nutriente necesario para que la planta pueda absorber otros nutrientes. Forma parte de la estructura de la pared celular vegetal. Forma parte de enzimas vegetales y fito hormonas. Favorece la resistencia a altas temperaturas. También mejora la resistencia a enfermedades y afecta a las propiedades organolépticas de los frutos (Eiroa, 2012).

Magnesio (Mg): El magnesio participa en todas las reacciones químicas del metabolismo de las plantas, especialmente en los procesos de fosforilación y energía. También forma parte de la pared celular vegetal y ayuda a la acumulación de vitamina C y ácido cítrico, valorado en frutos y verduras (Eiroa, 2012).

#### **2.2.4- Parámetros químicos: El pH.**

El **pH (potencial de Hidrógeno)** es un parámetro químico que indica la cantidad de iones hidrógeno o hidrogeniones ( $H^+$ ) que se pueden encontrar en la disolución (agua) de un suelo. Se determina con un aparato (pH-metro) o de manera más sencilla y rústica, con tiras reactivas que, a través de la expresión de color, determinan el dato de pH (Eiroa, 2012).

También describe al en forma que el pH se expresa con valores que van desde el 1 al 14, a través de una fórmula química. Cuando la concentración de hidrogeniones en la solución acuosa de nuestro suelo es elevada, el valor del pH se encuentra entre los valores 1 y 6, denominándose a los suelos como ácidos. El valor del pH neutro se



---

corresponde con el 7, por el contrario, cuando la concentración de hidrogeniones es baja, el valor del pH varía entre 8 y 14 y, entonces, se denominan suelos básicos o alcalinos. Cuanto más extremo sea el valor dentro de esta escala, más ácido o alcalino será el suelo (Eiroa, 2012).

El pH del suelo es una determinación muy común y útil ya que nos indicará el grado de solubilidad de los nutrientes (recordar que los nutrientes deben estar en disolución acuosa para que puedan ser tomados por las raíces de las plantas). Esto es, cuando los suelos son ácidos o alcalinos, los nutrientes no se comportan igual. Algunos de ellos precipitan (forman sales) y otros se solubilizan, quedando disponibles para las plantas. Por lo general debemos conseguir suelos con pH neutros o ligeramente ácidos (valores de 6-7) para que la mayoría de los nutrientes puedan ser tomados por las plantas. Es común utilizar correctores de pH en el suelo para reducir o aumentar el valor del pH hasta la neutralidad. En Galicia, por ejemplo, a ser suelos, en su mayoría de carácter ácido, se utilizan calizas, carbonatos, conchas de moluscos, estiércol y enmiendas con pH alcalinos. Es necesario recordar que existen plantas que prefieren suelos ácidos a los que están perfectamente adaptadas, como las azaleas, rododendros, hortensias, en los suelos ácidos, (Eiroa, Agosto 2012).

#### **2.2.5- La fertilidad del suelo: Los Micronutrientes**

Los micronutrientes son tan importantes como los macronutrientes porque, aunque los requerimientos por parte de las plantas de cada uno de ellos es menor, son esenciales para la actividad biológica correcta y la carencia de alguno de ellos tiene consecuencias negativas directas en el desarrollo de los cultivos. Los micronutrientes más importantes son el Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu). Trataremos ahora de entender porqué son tan importantes para nuestros cultivos y necesarios en el suelo (Eiroa, 2012).

El Hierro (Fe) participa en las reacciones enzimáticas de las plantas. Tiene especial importancia en la síntesis de clorofila para la fotosíntesis, pero participa en muchas otras reacciones enzimáticas. Forma parte de la Fitoferritina de los cloroplastos, siendo la proteína de reserva de hierro más importante. Con la ausencia de hierro o imposibilidad de que pueda absorberse en la raíz (con pH alcalinos) se produce una



---

clorosis progresiva, desde las hojas jóvenes a las más viejas, hasta que ocurre la caída de las hojas (Eiroa, 2012).

El Zinc (Zn) forma parte de una enzima importantísima, la RNA polimerasa. Esta enzima es vital en la síntesis de proteínas. Con otras enzimas también colabora, en la glicolisis y en la fotosíntesis. Da estabilidad en los ribosomas, lugar de la síntesis proteica. Forma parte de la síntesis del ácido indol 3 acético que posteriormente regulará el crecimiento de la planta por su actividad auxínica. Y su presencia es importante en la asimilación de amonios. Con ausencia de zinc, las hojas se quedan pequeñas y arrosietadas y las puntas blancas. La planta se queda enana. Los brotes jóvenes de frutales se mueren y las hojas antes de su marchitez. (Eiroa, 2012).

La autora sigue definiendo al Manganeseo (Mn) también influye directamente en la fotosíntesis, al igual que el zinc, porque participa en la síntesis de los cloroplastos. También es fundamental en la síntesis de ácidos grasos. Reduce la presencia de nitratos en las plantas. Fomenta el desarrollo de nuevas raíces laterales. Aumentan la concentración de ácido cítrico y vitamina C en los frutos, hojas y tubérculos. Con ausencia de manganeseo aparecen clorosis entre las venas de las hojas medias y jóvenes. Disminuye el crecimiento y el desarrollo de raíces laterales (Eiroa, 2012).

El Cobre (Cu) junto con el Magnesio (Mg) toma los radicales libres de oxígeno para hacerlos inofensivos para la planta. Participa en la formación de lignina, vitamina A y en todo el metabolismo de los carbohidratos y el transporte electro-fotosintético. Es decir, participa en actividades catalíticas importantes de la planta formando parte de las enzimas. Con el cobre, el Molibdeno (Mo) es menos tóxico. Las hojas no son turgentes y es vital en la relación simbiótica con leguminosas en la fijación del nitrógeno atmosférico. Cuando la planta esta carente de cobre, las hojas jóvenes se emblanquecen y se enrollan hasta que mueren, especialmente en cereales, (Eiroa, 2012).

### III- METODOLOGÍA

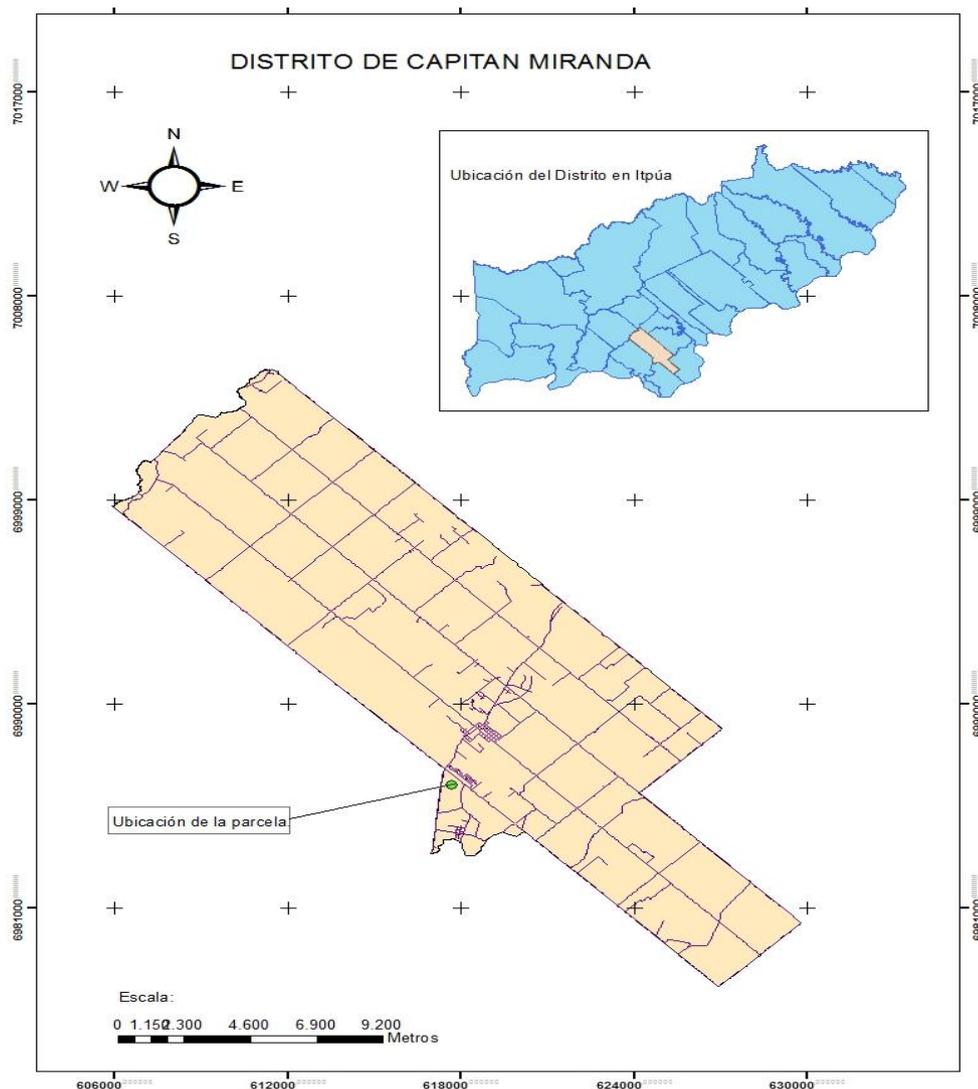
#### 3.1 Tipo de investigación:

Cuasi - Experimental

#### 3.2 Localización:

El lugar de trabajo fue en el distrito de Capitán Miranda, ruta sexta a 12 kilómetros de la ciudad de Encarnación – departamento de Itapúa, con una población de: 8.667 habitantes (2002), temperatura media anual de 21 ° C, precipitación media anual de 1.706,7 mm.-

Figura N° 1 Se ilustra La ubicación en el Departamento de Itapúa, el distrito de Capitán Miranda, Lugar donde se ha realizado el estudio





### **3.3- Descripción del ambiente**

#### **Medio Físico**

Está ubicado en un lugar donde la topografía del terreno es plana a semi ondulado, es una zona rural, dentro del Distrito de Capitán Miranda.

La región presenta características de un clima subtropical, con precipitaciones medias anuales de 1.690 mm y temperaturas medias anuales de 20°C la temperatura máxima llega a 39°C, la mínima varía entre 0°C y 5°C; la zona es la más fría del país.

#### **Uso del Suelo**

La mayor parte del suelo deriva de formaciones basálticas aptas en su mayor parte para la agricultura dotada de las tecnologías más avanzadas del país.

También ha crecido considerablemente en los últimos años la producción hotigranjera, gracias a la reorganización de los productores en cooperativas y comités.

El área de trabajo, obtenido para las parcelas donde se realizaron las plantaciones y posteriores muestras de suelo para identificación y caracterización de los componentes del mismo y la evolución del crecimiento de las plantas que han sido clasificadas para la forestación, las especies de los plantines trasplantados eran de: curupay 16, lapacho rosado 16, curupay, 16 y pino 32.

El ensayo se llevó a cabo entre los meses de mayo de 2012 a mayo de 2013, el procedimiento para dicho trabajo fue realizado de la siguiente manera.

#### **Diseño cuasi-experimental**

El experimento fue realizado con una variable (suelo) que fue tomada en forma aleatoria en las parcelas asignadas a las distintas cantidades de muestreo.

Tienen también como variable el crecimiento de las especies forestadas y comparación de las mismas en las parcelas con glifosato y sin glifosato.

Para la preparación de las parcelas se realizó la medición de la misma, dividido en dos áreas la cual fue destinada a una parcela con glifosato y la otra sin glifosato, modelo para este estudio de las parcelas divididas fue en 25m x 14m cada una, o sea





### **3.5- Recursos, materiales y equipos técnicos**

Los materiales utilizados para el experimento son:

Los plantines de cada especie, glifosato, una pulverizadora a mochila de 20 litros para la aplicación del glifosato, regla, metro, cámara fotográfica, tableros indicadores de las especies en la primera etapa del proyecto, maderas para indicar la ubicación de los plantines, quinchado de plástico para cercar el área.-

### **3.6- Procedimiento para la recolección de datos**

#### **Las fechas de aplicación del glifosato y toma de muestras de suelos fueron:**

Fase 1: Toma de muestra de suelo. 05 de mayo de 2012-

Fase 2: Aplicación de glifosato, la primera el 05 de mayo de 2012

Fase 2: Aplicación el 05 de septiembre de 2012

Fase 3: Toma de muestra de suelo el 14 de septiembre de 2012 y segunda toma de muestra de suelo el 24 de septiembre de 2012.-

Fase 4: Aplicación 24 de diciembre de 2013, primera toma de muestra de suelo el 04 de enero de 2013 y segunda toma de muestras de suelo el 14 de enero de 2013.-

Fase 5: Aplicación de glifosato 05 de mayo de 2013, toma de muestra de suelo 28 de mayo de 2013.-

#### **Fechas de medición de los plantines:**

Fase 1: 09 de mayo de 2012,

Fase 2: 03 de marzo de 2012 agosto de 2012.-

Fase 3: 05 de noviembre de 2012.-

Fase 4: 14 de enero de 2013.-

Fase 5: 30 de marzo de 2013.-



Tabla 2 Parámetros del suelo analizados

Acidez	pH H <sub>2</sub> O
	pH SMP
	pH CaCl <sub>2</sub>
	H + Al Hidrogeno + Aluminio
Material Orgánico	(CO) Carbono orgánico
	(MO) Mat. Orgánica
Macronutrientes	(Ca) Calcio
	(Mg) Magnesio
	(K) Potasio
	(P) Fosforo
Micronutrientes	(Fe) Hierro
	(Mn) Manganeseo
	(Cu) Cobre
	(Zn) Zinc
Electro Químicos	(CIC) Capac. Interac Cationes
	(SB) Suma de Bases
	(V) Saturación de Bases
Participación en Capacidad Interacción de Cationes	(Ca) Calcio
	(Mg) Magnesio
	(K) Potasio
Relación entre Nutrientes	(Ca/Mg) Calcio/Magnesio
	(Ca/K) Calcio/Potasio
	(Mg/K) Magnesio/Potasio
Nitrógeno	NO <sub>3</sub> -N
Amonio	NH <sub>4</sub> -N

### 3.7- Métodos de análisis.

- P (Extractor Mehlich-I; determinación en Espectrofotómetro UV/VIS).
- K, Fe, Mn, Cu, Zn (Extractor Mehlich-I; determinación por EAA).
- Ca y Mg (Extractor KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup>; determinación por EAA).
- Al (Extractor KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup>; determinación por titulometría).
- S (Extractor Fosfato de Calcio; determinación en Espectrofotómetro UV/VIS).
- B (Extractor Acido clorhídrico; determinación en Espectrofotómetro UV/VIS).



### **3.8- Variables del estudio**

Variables independientes:

- ✓ El crecimiento de las plantas

Variables dependientes:

- ✓ Dosis de aplicación de Glifosato en la parcela.
- ✓ Elementos del suelo.

### **3.9- Fuentes primarias y secundarias**

- ✓ Las fuentes primarias fueron los diferentes resultados de análisis de suelos y la medición de las plantas.
- ✓ Como fuente secundaria son las diferentes literaturas consultadas.



#### IV- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Describir la influencia o efecto del Glifosato en el nitrógeno, macro y micro nutrientes del suelo.

Profundidad cm	NO <sub>3</sub> -N mg/100 gr suelo	NO <sub>3</sub> -N mg/100 gr suelo
	Sin glifosato	Con glifosato
0-15	0,5	1,5
15-30	0,4	0,5
30-60	1,7	1,2
60-90	1,0	1,2

Cuadro N° 1 Nitrógeno (NO<sub>3</sub>-N) del suelo con y sin glifosato

Mayor de 0,18%	Alto
de 0,15 - 0,18 %	Ligeramente Alto
de 0,10 - 0,15 %	Normal
de 0,08 - 0,10 %	Ligeramente Bajo
de 0,05 - 0,08 %	Bajo
Menor de 0,05 %	Muy Bajo

Fuente; <http://agroinformación.com> .  
Clasificación según el Nitrógeno total (%)  
Cuadro N° 2

En el cuadro 1 se observa el resultado obtenido en los análisis de Nitrógeno (NO<sub>3</sub>-N) que se encontró en los suelos a distintos niveles de profundidad.

En la primera muestra 0-15 cm el suelo con glifosato tienen un nivel Alto de nitrógeno, mientras que el suelo sin glifosato está con bajo nivel, en esta profundidad pudo haber incidido el glifosato en comparación al otro suelo a la misma profundidad.

En capa 15-30cm los dos suelos están con niveles muy bajos. Luego en las capas 30-60 y 60-90 se ve que ambos conservaron en alto nivel de nitrógeno



Con estos resultados se puede decir que el área con glifosato fue la que tuvo mayor concentración del Nitrógeno en la primera capa de suelo y por tal manera se puede concluir diciendo que el nitrógeno al ser el nutriente que favorece al desarrollo de las plantas como ser su hoja y se caracteriza por el color de las mimas y su desarrollo a la falta de nitrógeno la planta sufre en su crecimiento, en cambio cuando cuenta con buen nitrógeno el suelo, las plantas se desarrollan en forma rápida y sana en el crecimiento, ya que en esa área las plantas se han desarrollado favorablemente.

### Macronutrientes

#### Calcio

5 de mayo de 2012	14 de septiembre de 2012		24 de septiembre de 2012		
Muestra Inicial	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	
7,88	7,22	6,57	5,26	6,98	
04 de enero de 2013		14 de enero de 2013		26 de mayo de 2013	
Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato
5,81	7,46	6,82	6,21	6,69	5,58

Cuadro 4; Niveles de Calcio de suelo en parcela con y sin glifosato

#### “Interpretación de calcio”

0 – 3,5	Muy bajo
3,5 – 10	Bajo
10 – 14	Normal
14 – 20	Alto
> 20	Muy alto

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002),  
Cuadro N° 5

Los resultados demuestra que se ha tenido un nivel Bajo de calcio en todos los muestreos analizados.

El calcio (Ca) estimula el desarrollo de las raíces y de las hojas, en los resultados se nota que ha sufrido variaciones en el periodo de evaluación, donde en índice de mayor valor se refleja en los resultados de las muestras 14 de septiembre de 2012 y la del 04 de enero de 2013, donde el suelo que se ha aplicado Glifosato ha tenido mayor cambio en esos meses, y en cambio la parcela testigo fue la que tuvo incremento en los demás resultados.



### Magnesio (Mg)

5 de mayo de 2012	14 de septiembre de 2012		24 de septiembre de 2012		
Muestra inicial	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	
1,10	1,18	0,91	0,79	0,92	
04 de enero de 2013		14 de enero de 2013		26 de mayo de 2013	
Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato
1,11	1,01	1,01	1,22	0,75	0,90

Cuadro 6; Niveles de Magnesio (Mg)

#### “Interpretación de magnesio”

0,0 – 0,6	Muy bajo
0,6 – 1,5	Bajo
1,5 – 2,5	Normal
2,5 – 4,0	Alto
> 4,0	Muy alto

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002),  
Cuadro N° 7

Los resultados demuestran que en ambas parcelas hay muy bajo nivel de Magnesio  
Los suelos generalmente contienen menos Mg que Ca debido a que el Mg no es absorbido tan fuertemente como el Ca.

De acuerdo a las fecha tomada se han notado en las muestras de 14 de septiembre de 2012 y 04 de enero de 2013 pero en la parcela sin Glifosato, la otra muestras análisis han tenido más valor de Mg en el área con Glifosato, pero no ha sido muy significativo la variación con los resultados de la primera muestra analizada.



## Potasio

5 de mayo de 2012	14 de septiembre de 2012		24 de septiembre de 2012		
Muestra inicial	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	
0,12	0,24	0,19	0,19	0,24	
04 de enero de 2013		14 de enero de 2013		26 de mayo de 2013	
Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato
0,29	0,12	0,13	0,33	0,46	0,45

Cuadro 8; Niveles de Potasio (K)

### “Interpretación de potasio”

0,00 – 0,30	Muy bajo
0,30 – 0,60	Bajo
0,60 – 0,90	Normal
0,90 – 1,50	Alto
1,50 – 2,40	Muy alto

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002),  
Cuadro N° 9

El potasio aumenta la resistencia de la planta a las enfermedades, la deficiencia se presenta sobre todo en suelos arenosos, suelos con alto contenido de calcio.

En enero de 2013 se ha notado dos parámetros diferentes de K lo que en la segunda muestra analizada es mayor el valor con referencia al suelo con Glifosato, mas aun el resultado de la primera muestra (mayo 2012), nos da un aumento variable con relación a las muestras tomadas durante el año de investigación. El cual se ha mantenido entre los niveles muy bajo y bajo en los dos tipos de suelos estudiados.



## Fosforo

5 de mayo de 2012	14 de septiembre de 2012		24 de septiembre de 2012		
Muestra inicial	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	
5,51	2,75	2,04	8,03	2,87	
04 de enero de 2013		14 de enero de 2013		26 de mayo de 2013	
Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato
1,12	1,40	1,39	1,57	2,34	2,19

Cuadro 10; niveles de Fosforo (P) en los suelos con glifosato y sin glifosato

### Fósforo

0 – 6	Muy bajo
6 – 12	Bajo
12 – 18	Normal
18 – 30	Alto
> 30	Muy alto

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002)

Cuadro N° 11

El Fósforo: luego del N es el macronutriente que en mayor medida limita el rendimiento de los cultivos.

Se inicio con un resultado de suelo con nivel muy bajo la mayor parte de los resultados con ese nivel de concentración de P en excepción a la muestra del 24 sep. en suelo sin glifosato que subió al nivel Bajo.

En relación a los datos obtenidos de los análisis en este elemento podemos notar que los datos son dispares en los primeros análisis, ya que en el área sin glifosato es mayor, y los demás resultados demuestran una disminución significativa entre fechas de muestreo, pero son casi similares entre los dos tipos de suelos analizados, y que en comparación a los datos de mayo 2012 y mayo 2013 ha disminuido mucho el nivel de P en ambos suelos.

Y así comparado con el crecimiento de las plantas se pudo notar que no hubo una actuación positiva del P; ya que el suelo sin glifosato se obtuvo mayor concentración pero menor desarrollo de las plantas, eso si se compara con la evaluación del N que



si tuvo mayor incidencia de concentración en suelos con glifosato, en donde las plantas se han desarrollado mejor.

### pH

En los resultados obtenidos se ha notado constante variación del pH en los dos tipos de suelos analizados.

Todos los resultados han demostrado variables constantes en todas las muestras analizadas

5 de mayo de 2012	14 de septiembre de 2012		24 de septiembre de 2012		
Muestra inicial	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	
6,73	6,83	6,02	6,82	6,71	
Neutro	Neutro	Medio ácido	Neutro	Neutro	
04 de enero de 2013		14 de enero de 2013		26 de mayo de 2013	
Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato
6,05	5,91	5,96	5,76	6,52	5,78
Medio ácido	Medio ácido	Medio ácido	Medio ácido	Liger. ácido	Medio ácido

Cuadro 12; niveles de pH en los suelos con glifosato y sin glifosato

#### “Interpretación del pH”

< 4,5	Extremadamente ácido
4,5 – 5,0	Muy fuertemente ácido
5,1 – 5,5	Fuertemente ácido
5,6 – 6,0	Medianamente ácido
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido
6,6 – 7,3	Neutro
7,4 – 7,8	Medianamente básico
7,9 – 8,4	Moderadamente básico
8,5 – 9,0	Ligeramente alcalino
9,1 – 10,0	Alcalino
> 10,0	Fuertemente alcalino

Fuente: Rioja Molina, A. (2.002),  
Cuadro N° 13



En cuanto al pH se nota que el suelo sin Glifosato ha mantenido siempre en mayor valor en comparación al suelo con Glifosato.

El Fósforo (P) como fosfato, actúa muy vinculado con la cantidad de hidrogeniones ( $H^+$ ), es decir la acidez del suelo ya que es conocido el poder de oclusión que tiene el aluminio, abundante en el pH bajos respecto al Fósforo. Ello quedo demostrado graficándolos resultados en los gráficos (6 y 7) que un aumento de los valores del pH (aumento de alcalinidad), la disponibilidad del Fósforo en la solución del suelo.

Las muestras analizadas han demostrado que la acidez del suelo estuvo más concentrado en suelo sin Glifosato con mayor grado de pH, en comparación al suelo con Glifosato, en ninguno de los resultados se tuvo incidencia de variación en la zona, si las cantidades que fueron dispersas dependiendo fechas de muestreo como está representado gráficamente en el gráfico 7.

### Micronutrientes

La autora (J. Eiroa) cita que las cantidades de nutrientes que contienen el suelo va a determinar el potencial que tiene para alimentar los cultivos que se desarrollan sobre él, no se debe pensar que los micronutrientes son menos importantes para el desarrollo correcto de los cultivos y se denomina a los micronutrientes como oligoelementos poca cantidad pero indispensable.

### Hierro

5 de mayo de 2012	14 de septiembre de 2012		24 de septiembre de 2012		
Muestra Inicial	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	
26,45	39,81	62,75	85,18	91,10	
04 de enero de 2013		14 de enero de 2013		26 de mayo de 2013	
Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato
56,04	56,52	64,89	90,01	46,52	40,48

Cuadro N° 14 Niveles de Hierro (Fe)



Características	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Fe	< 10	10 - 30	30,1 - 150	150,1 - 200	> 200

Timac Agro Laboratorios  
Cuadro N° 15

Hierro se ha tenido niveles Medio en todos los resultados de muestras analizadas, con mayor tendencia en suelo donde se ha aplicado el herbicida

Este elemento del suelo tuvo mayor valor en casi todos los muestreos en suelos con Glifosato, solo ha variado en la última muestra hacia el suelo con Glifosato.

### Manganeso

5 de mayo de 2012	14 de septiembre de 2012		24 de septiembre de 2012		
Muestra Inicial	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	
54,72	106,41	137,76	96,62	155,74	
04 de enero de 2013		14 de enero de 2013		26 de mayo de 2013	
Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato
94,12	96,18	96,40	85,40	127,90	136,23

Cuadro N° 16 Niveles de Manganeso (Mn)

Características	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Mn	< 1,5	1,5 - 2,5	2,6 - 5	5,1 - 130	> 130

Timac Agro Laboratorios  
Cuadro N° 17

Mg su ausencia reduce el crecimiento y desarrollo de raíces laterales.

Como se observa en el cuadro hay menor concentración de manganeso (Mg) en el suelo sin Glifosato.

Esto lleva a la interpretar el porqué las plantas se han desarrollado menos en el área sin Glifosato, ya hubo un crecimiento de mayor nivel en donde se utilizo el herbicida

Mg su ausencia reduce el crecimiento y desarrollo de raíces laterales.

Como se observa en el gráfico 9 hay menor concentración de manganeso (Mg) en el suelo sin Glifosato.



Esto lleva a la interpretar el porqué las plantas se han desarrollado menos que en el área con Glifosato, ya que tuvo un crecimiento de menor nivel en comparación al área que se utilizo el herbicida.

### Cobre

5 de mayo de 2012	14 de septiembre de 2012		24 de septiembre de 2012		
Muestra Inicial	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	
12,01	20,89	24,97	9,86	23,89	
04 de enero de 2013		14 de enero de 2013		26 de mayo de 2013	
Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato
23,79	22,95	23,43	21,64	9,47	10,51

Cuadro N° 18 Niveles de Cobre (Cu)

Características	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Cu	< 0,20	0,20 - 0,40	0,41 - 10	10,1 - 20	> 20

Timac Agro Laboratorios

Cuadro N° 19

El Cobre (Cu) ha estado en el suelo con Glifosato en la muestra tomada en septiembre 2012 y así también en la primera de enero de 2013, y vuelve casi a su nivel inicial en mayo 2013, manteniendo un resultado más elevado también para el suelo con Glifosato. Pero han mantenido los niveles entre Medio Alto y Muy Alto Como se nota en el gráfico 11 el Cobre (Cu) ha estado en el suelo con Glifosato en la muestra tomada en septiembre 2012 y así también en la primera de enero de 2013, y vuelve casi a su nivel inicial en mayo 2013, manteniendo un resultado más elevado también para el suelo con Glifosato.



Determinar el crecimiento de especies forestales nativas en suelos tratados con Glifosato y sin Glifosato.-

Para determinar el crecimiento de las plantas los valores de medición hallados fueron: el máximo, el mínimo, el promedio y la desviación estándar para el total de las muestras de especies forestadas, así se pudo determinar cual especie tuvo mayor crecimiento en el tiempo de evaluación, y tomando los extremos de los meses de mayo de 2012 y mayo de 2013.

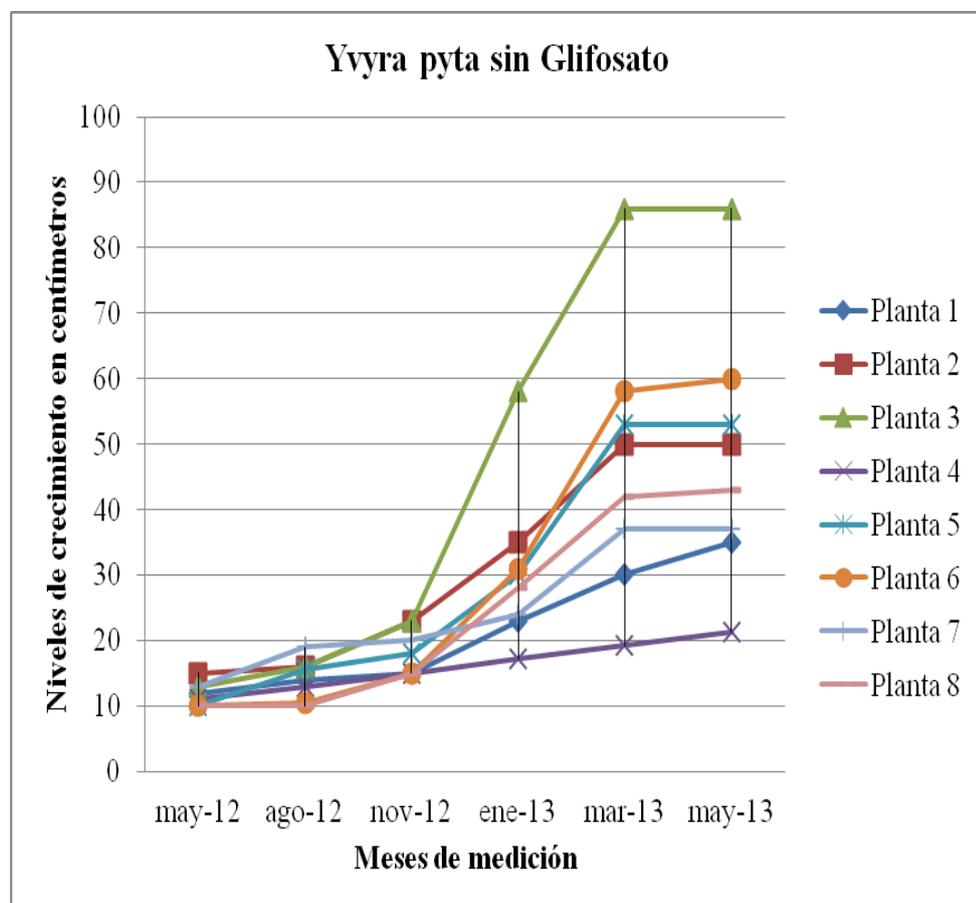


Gráfico N° 1 Se ve el nivel de crecimiento de las plantas de vyvapyta sin glifosato

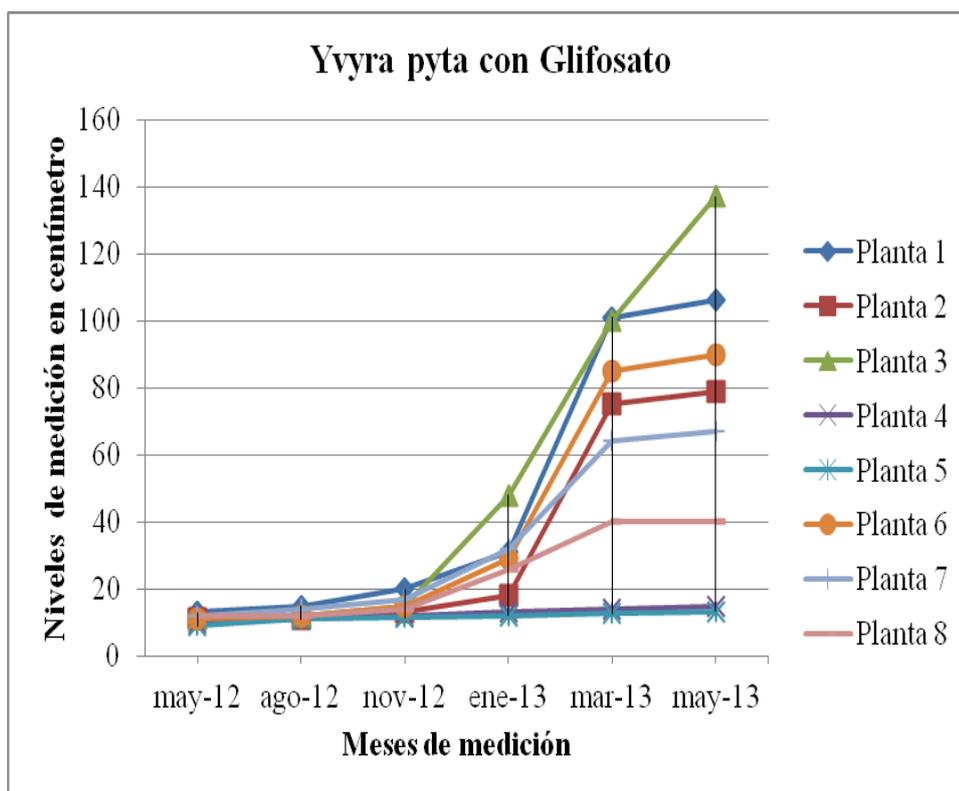


Gráfico 2. Se ve el nivel de crecimiento de las plantas de yvyrapyta con glifosato

Yvyra pytã Sin Glifosato	
Máximo =	86 cm
Mínimo =	10 cm
Promedio =	28,31 cm
Desviación Estándar =	19,21 cm

Tabla N° 3, Valores de crecimiento de las planta Yvyra pyta sin Glifosato

Yvyra pytã Con Glifosato	
Máximo=	137 cm
Mínimo =	9 cm
Promedio =	32,34 cm
Desviación Estándar =	32,67 cm

Tabla N° 4 Valores de crecimiento de las planta Yvyra pyta con Glifosato

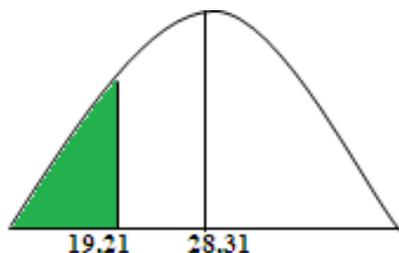


Figura N° 3, Desviación estándar en los niveles de crecimiento del Yvyra pyta parcela sin Glifosato

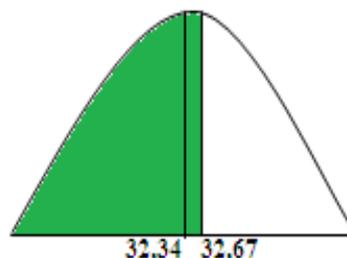


Figura N° 4, Desviación estándar en los niveles de crecimiento del Yvyra pyta, parcela sin Glifosato

Resultado de los extremos de medición de los meses mayo 2012 y mayo 2013

Yvyra pytã sin Glifosato	may-12	may-13
Promedio	11,75	48,16
Desviación Estándar	1,82	19,45

Tabla N° 5, Niveles del promedio y desviación estándar del crecimiento del Yvyra pyta sin Glifosato.

Yvyra pytã con Glifosato	may-12	may-13
Promedio	11,13	68,41
Desviación Estándar	1,25	43,75

Tabla 6, Niveles del promedio y desviación estándar del crecimiento del Yvyra pyta con Glifosato.

En este resultado podemos observar que la parcela que se ha aplicado Glifosato tuvo un crecimiento más significativo, que la parcela sin Glifosato, que en el mes de mayo de 2012 la que se plantó en la parcela sin Glifosato tuvo una diferencia mayor que la otra y en mayo de 2013 esta diferencia fue mayor a la parcela con Glifosato. Se observa en la figura (3 y 4) y así también en la tablas (3, 4, 5 y 6), como lo valores de los gráfico (13 y 14) con el crecimiento de las plantas durante todos los meses de medición.

En este caso se observa que hubo mayor incidencia en las planas donde se ha aplicado Glifosato.

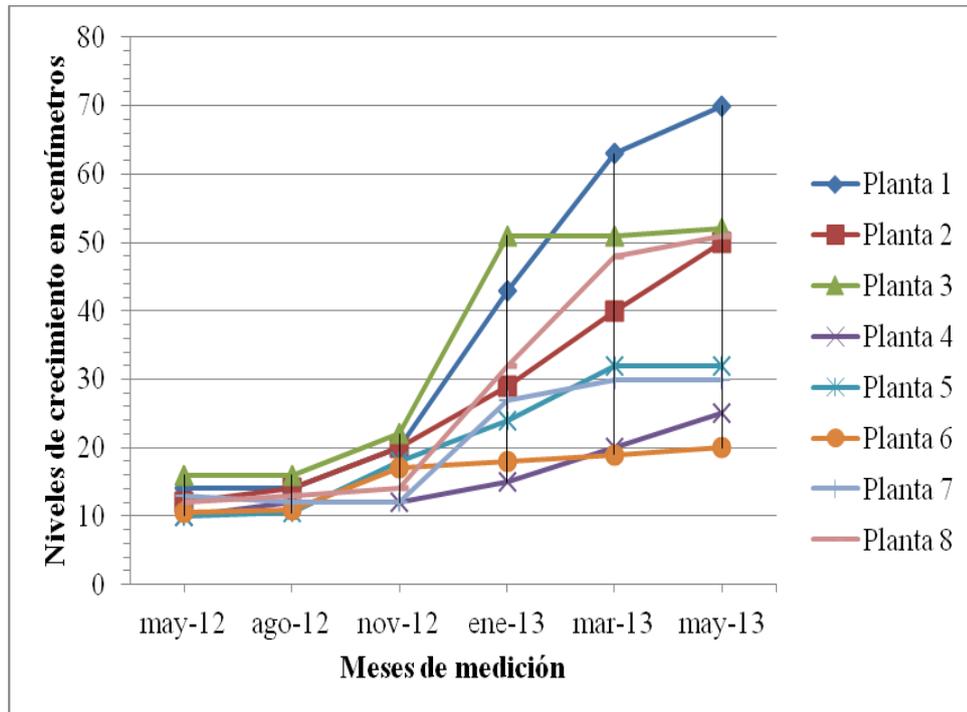


Gráfico N° 3, lapacho sin glifosato niveles de crecimiento

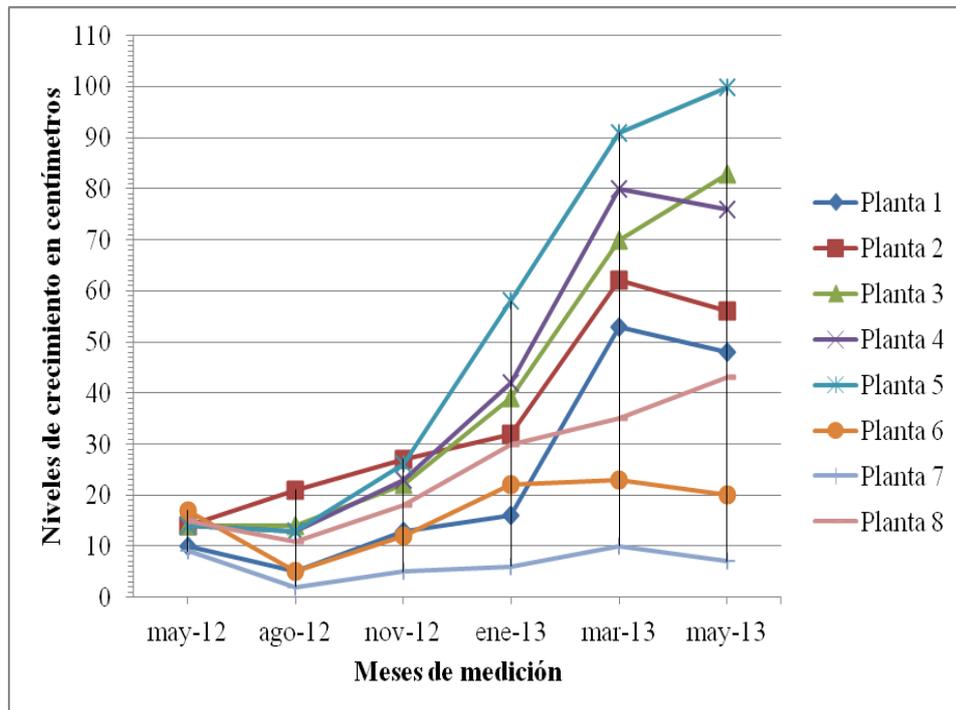


Gráfico N° 4, lapacho con glifosato niveles de crecimiento



Lapacho Sin Glifosato	
Máximo =	70 cm
Mínimo =	10 cm
Promedio =	22,15 cm
Desviación Estándar =	15,69 cm

Tabla N° 7, Valores de crecimiento de las planta lapacho sin Glifosato

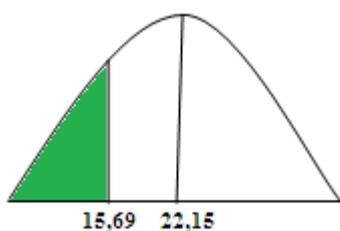


Figura N° 5, Desviación estándar en los niveles de crecimiento del lapacho parcela sin Glifosato.

Lapacho Con Glifosato	
Máximo=	100 cm
Mínimo =	2 cm
Promedio =	29,98 cm
Desviación Estándar =	25,44 cm

Tabla N° 8, Valores de crecimiento de las planta lapacho con Glifosato

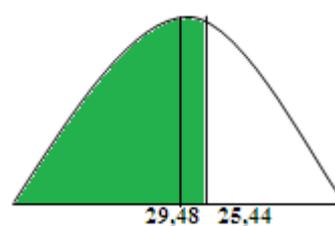


Figura N° 6, Desviación estándar en los niveles de crecimiento del lapacho parcela sin Glifosato.

Las figuras representan la medición de la desviación estándar que hubo entre parcelas y así se pudo evaluar el comportamiento de las mismas, obteniendo así su valor de promedio y luego el desvío obtenido en los datos de mayor crecimiento.

Lapacho sin Glifosato	may-12	may-13
Promedio	12,19 cm	41,25 cm
Desviación Estándar	2,10 cm	17,08 cm

Tabla N° 9, Niveles del promedio y desviación estándar del crecimiento del lapacho sin Glifosato.

Lapacho con Glifosato	may-12	may-13
Promedio	13,38 cm	54,13 cm
Desviación Estándar	2,62 cm	31,55 cm

Tabla N° 10, Niveles del promedio y desviación estándar del crecimiento del lapacho con Glifosato.

Se notó que hubo incidencia de crecimiento en la parcela con glifosato más que en la parcela sin Glifosato, en el gráfico 15 y 16 se observa el crecimiento de las plantas a medida que se iban controlando su evolución como así también es notable la diferencia del tiempo de plantación como de la última toma de medidas que la parcela con glifosato a tenido gran desarrollo de las mismas.

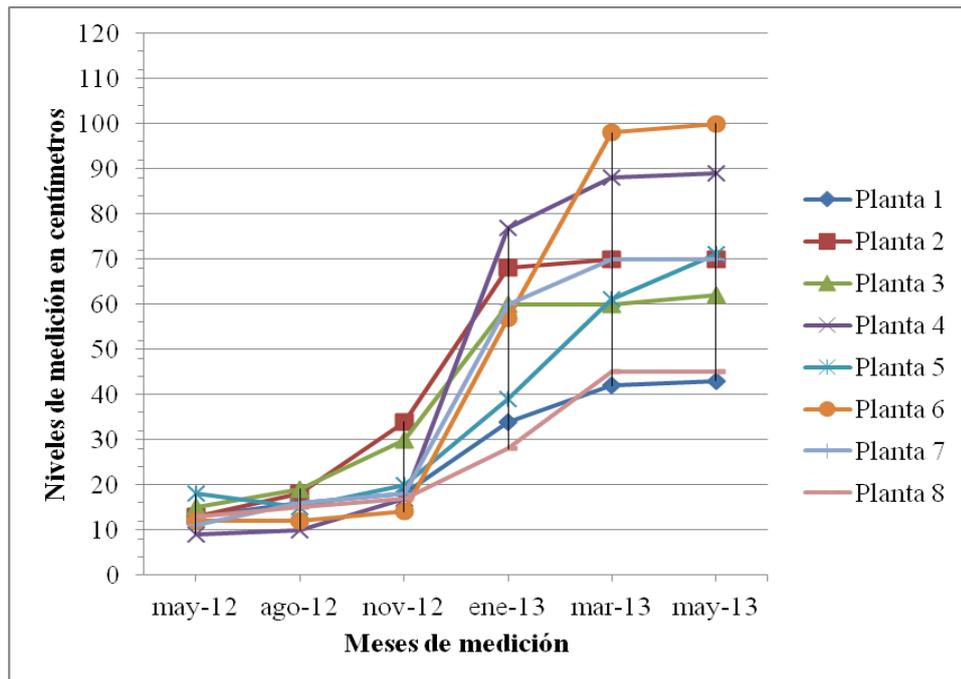


Gráfico 5, Curupay sin Glifosato

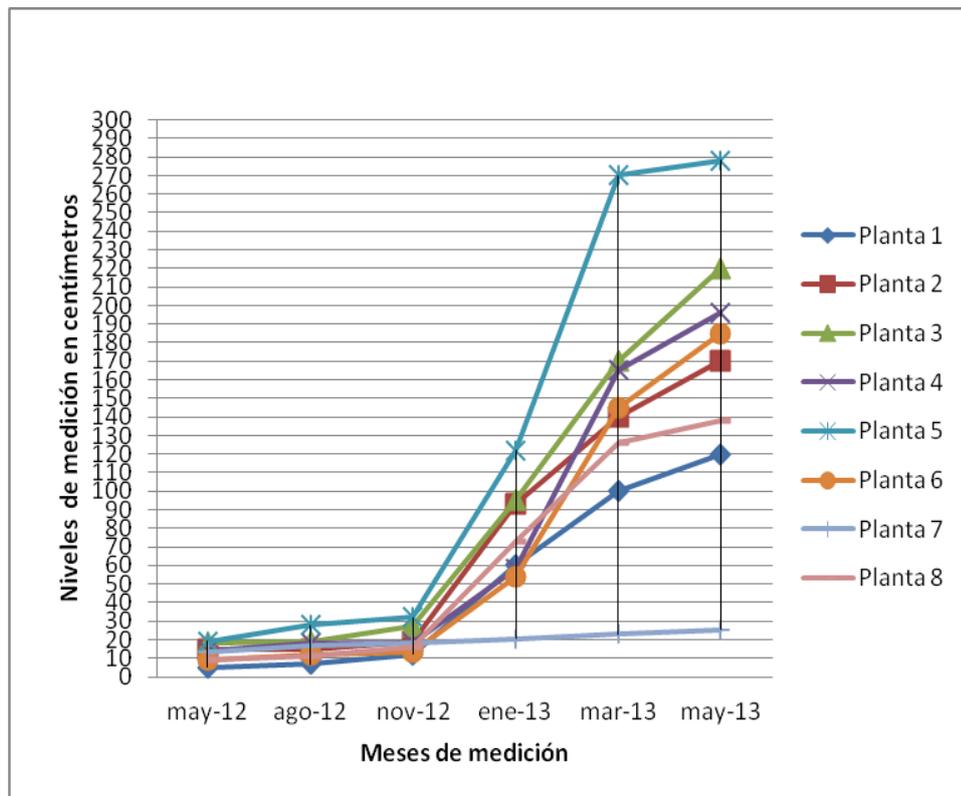


Gráfico 6, Curupay con glifosato



En las especie cultivadas se ha tenido en cuenta la homogeneidad de los plantines, y va variación que han tenido su muy poca de unos 2 cm aproximada en algunas plantas, donde las deferencias encontradas en las variantes del crecimiento durante el periodo de evaluación, pudo influir mucho los niveles de nitrógeno y los macro y micro nutrientes, los cuales incidieron en su desarrollo.

Curupay Sin Glifosato	
Máximo =	100 cm
Mínimo =	10 cm
Promedio =	39,75 cm
Desviación Estándar =	27,09 cm

Tabla N° 11, Valores de crecimiento de las planta curupay sin Glifosato.

Curupay Con Glifosato	
Máximo=	278 cm
Mínimo =	5 cm
Promedio =	70,79 cm
Desviación Estándar =	75,93 cm

Tabla N° 12, Valores de crecimiento de las planta curupay con Glifosato

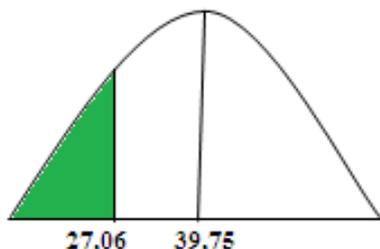


Figura N° 7, Desviación estándar en los niveles de crecimiento del curupay parcela sin Glifosato.

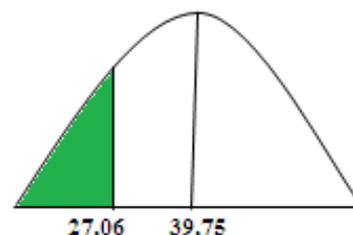


Figura N° 8, Desviación estándar en los niveles de crecimiento del curupay parcela con Glifosato.

Curupay sin Glifosato	may-12	may-13
Promedio	15,50 cm	68,38 cm
Desviación Estándar	5,86 cm	20,06 cm

Tabla N° 13 Valores de crecimiento de las planta curupay sin Glifosato

Curupay con Glifosato	may-12	may-13
Promedio	12,75 cm	164,50 cm
Desviación Estándar	4,80 cm	79,52 cm

Tabla N° 14, Valores de crecimiento de las planta curupay con Glifosato

Las tablas describen los valores obtenidos durante el periodo de evaluación donde se han utilizado los dos extremos plantación y ultima medición.



En esta especie la de mayor nivel de crecimiento de la planta fue en la parcela con Glifosato, la cual presento una diferencia de más de 50% mayor a la del que esta sin Glifosato es mucho más notable en la tabla (11 y 12), como así en los gráficos 17 y 18 en donde se observo su evolución durante el periodo de un año de control de crecimiento.

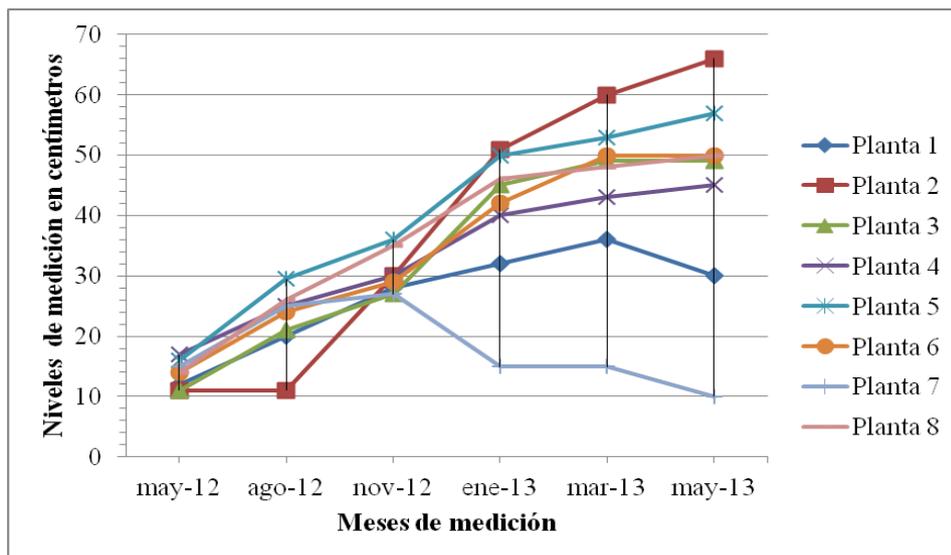


Gráfico 7, pino 1 sin Glifosato

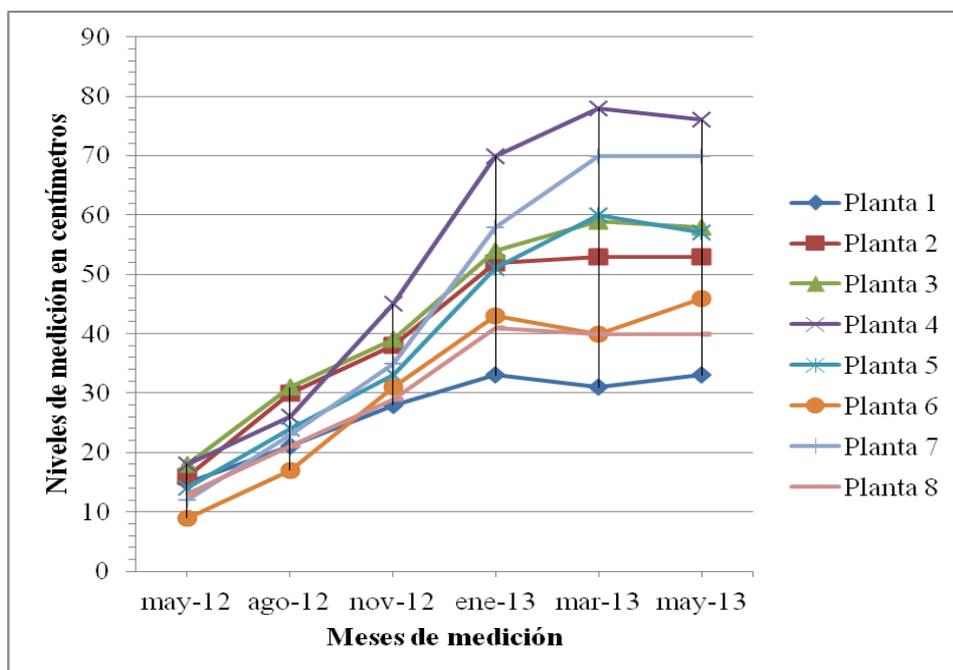


Gráfico 8, Pino 1 con Glifosato



Pino 1 Sin Glifosato	
Máximo =	66 cm
Mínimo =	10 cm
Promedio =	32,61 cm
Desviación Estándar =	15,37 cm

Tabla N° 15, Valores de crecimiento de las planta pino 1 sin Glifosato.

Pino 1 Con Glifosato	
Máximo=	78 cm
Mínimo =	9 cm
Promedio =	38,58 cm
Desviación Estándar =	18,46 cm

Tabla N° 16, Valores de crecimiento de las planta pino 1 con Glifosato.

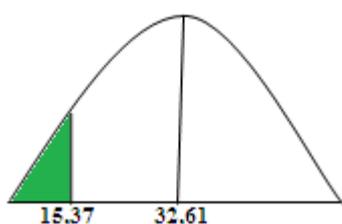


Figura N° 9, Desviación estándar en los niveles de crecimiento del pino 1 parcela sin Glifosato.

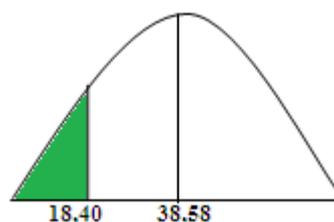


Figura N° 10, Desviación estándar en los niveles de crecimiento del pino 1 parcela con Glifosato.

Pino 1 sin Glifosato	may-12	may-13
Promedio	13,75 cm	44, cm3
Desviación Estándar	2,25 cm	17,32 cm

Tabla 17, Valores de crecimiento de las planta pino 1 sin Glifosato

Pino 1 con Glifosato	may-12	may-13
Promedio	14,48 cm	54,13 cm
Desviación Estándar	3,07 cm	14,48 cm

Tabla 18, Valores de crecimiento de las planta curupay con Glifosato

En las tablas 17 y 18 donde el promedio es casi similar entre extremos de medición. El pino es una de las que menos ha desarrollado su crecimiento durante el periodo de estudio, tampoco hubo incidencia en las parcelas como se va viendo en las figuras 9 y 10 los valores hallados en la medida de la fila 4, considerada como pino 1

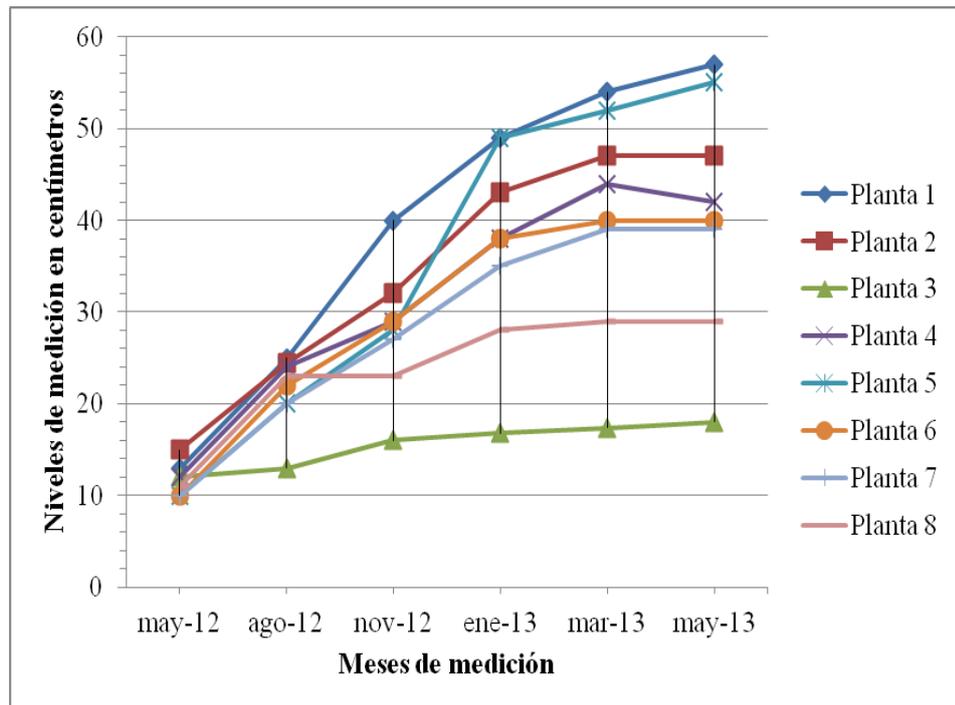


Gráfico 9, pino 2 sin Glifosato

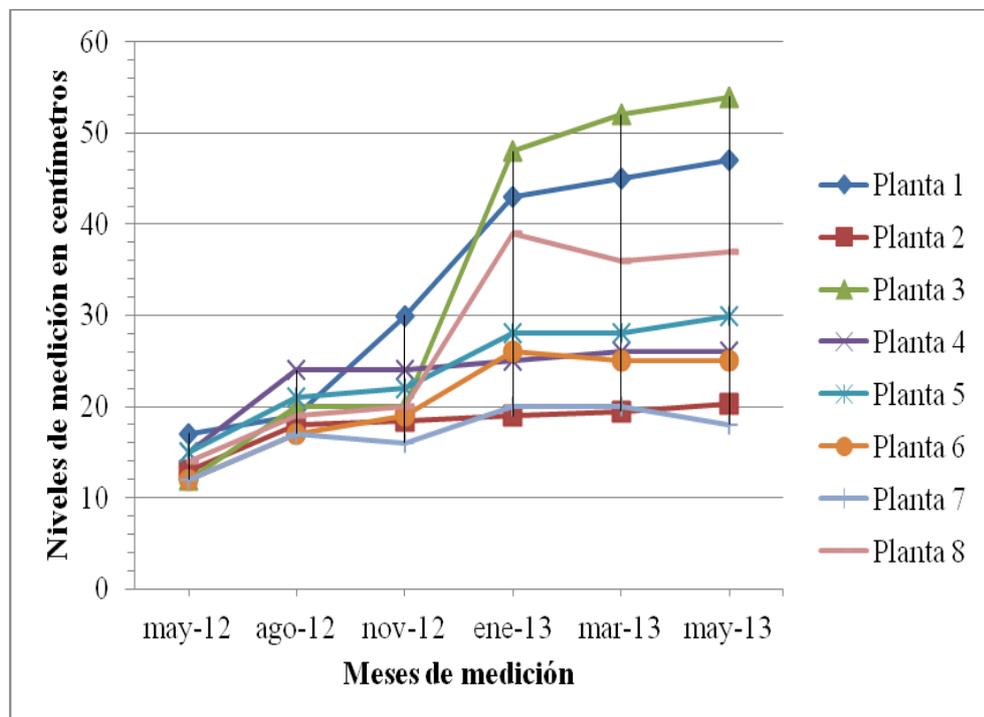


Gráfico 10, Pino 2 con Glifosato



Pino 2 Sin Glifosato	
Máximo	57 cm
Mínimo	10 cm
Promedio	29,89 cm
Desviación Estándar=	13,84 cm

Tabla N° 19, valores de crecimiento de las planta pino 2 sin Glifosato.

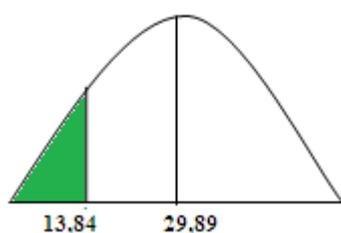


Figura N° 11, Desviación estándar en los niveles de crecimiento del pino 2 parcela sin Glifosato.

Pino 2 Con Glifosato	
Máximo	54 cm
Mínimo	12 cm
Promedio	24,84 cm
Desviación Estándar	10,89 cm

Tabla N° 20, valores de crecimiento de las planta pino 2 con Glifosato.

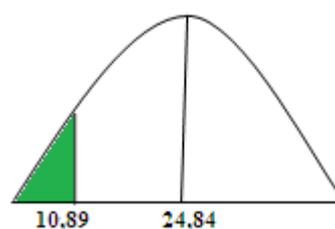


Figura N° 12, Desviación estándar en los niveles de crecimiento del pino 2 parcela con Glifosato.

Pino 2 sin Glifosato	may-12	may-13
Promedio	11,63 cm	40,88cm <sup>3</sup>
Desviación Estándar	1,77 cm	12,91 cm

Tabla 21, Valores de crecimiento de las planta pino 2 sin Glifosato

Pino 2 con Glifosato	may-12	may-13
Promedio	13,75 cm	32,16 cm
Desviación Estándar	1,83 cm	12,86 cm

Tabla 22, Valores de crecimiento de las planta pino 2 con Glifosato

En la fila especie denominada pino 2 la que tuvo un índice de crecimiento en la parcela sin Glifosato, se puede decir que no hay incidencia de crecimiento de esta especie entre parcelas ya que se ha demostrado que en la fila 4 (pino 1) fue hacia el área donde se utilizó el herbicida y en la fila 5 (pino 2) don no se utilizó Glifosato. Se noto que entre todas las especies el pino fue la que tuvo menor crecimiento en este un año de estudio, en comparación con las nativas que han tenido un crecimiento favorable.



Los valores determinados fueron interpelados por medio de un cálculo geométrico hallando la pendiente de la recta formulada por los meses faltantes considerando los valores obtenidos anteriormente de las plantas que se han perdido.

Tabla 23, las plantas que han muerto en las áreas con Glifosato y sin Glifosato

Sin Glifosato	Con Glifosato
Yvyra pytã	
<u>Planta 1</u> Meses enero, marzo, mayo 2013	<u>Planta 4</u> Meses: agosto - noviembre 2012 - enero -marzo - mayo 2013 <u>Planta 4</u> Meses: enero -marzo - mayo 2013
Lapacho	
<u>Planta 6</u> Meses enero, marzo, mayo 2013	
Curupay	
	<u>Planta 7</u> Meses enero, marzo, mayo 2013
Pino 1	
Pino 2	
<u>Planta3</u> Meses enero, marzo, mayo 2013	<u>Planta 2</u> Meses: agosto - noviembre 2012 - enero -marzo - mayo 2013

Tabla

Se nota perdidas de plantas entre los meses de enero a mayo de 2013, entre las que más hubo pérdida es en el yvyra pytã.-



## V- CONCLUSIÓN

Como base para la elaboración de la siguiente investigación se utilizó como objetivo general.

Evaluar efectos del Glifosato en el Nitrógeno y en Micronutrientes (hierro, manganeso, cobre) y Macronutrientes (calcio, magnesio y potasio) del suelo como en ciertas especies forestales nativas Yvyra pyta, Lapacho, Curupay y Pino.

En cuanto a los suelos analizados se puede ver que hubo variaciones desiguales pero no consideradas en ambas parcelas, en cuanto al Nitrógeno se puede afirmar que hubo un aumento considerable en suelo con Glifosato eso ocurrieron en las capas; de 0–15cm principalmente, en suelo sin Glifosato se encontró un nivel bajo del nitrógeno, luego en las medidas de 15–30cm en ambos suelos los niveles se mantuvieron en Muy Bajo, entre 30-60cm y 60–90cm, tuvo un aumento en las dos áreas analizadas al nivel Alto, los macro nutrientes se han manifestado en bajo nivel de concentración en los dos tipos de suelo, en cuanto a macro nutrientes se han concentrado en niveles bajo a muy bajo en ambos suelos donde el suelo con Glifosato mantenía una pequeña diferencia mayor que el suelo sin Glifosato. Los Macro nutrientes tuvieron mayor valor en suelo con Glifosato, manteniéndose en valor medio a alto y muy alto

Las plantas han tenido un crecimiento más notable en el suelo donde se ha utilizado el herbicida Glifosato, entre las especies que más se ha notado fue en las del Yvyra pyta y el Curupay, son las que más han crecido en este periodo de evaluación.

Entonces se puede decir que hubo incidencia positiva en el suelo donde se ha aplicado glifosato, por los niveles de nitrógeno los Macro y Micro nutrientes y por ende en el crecimiento de las plantas, por los niveles de nitrógeno los Macro y Micro nutrientes del suelo que tuvieron mayor valor en esa área.



Para la parte ambiental es recomendable realizar análisis de suelo usando como herramienta que, en conjunto con la información del entorno, es muy útil en el diagnóstico de la fertilidad del suelo y en el cálculo de las recomendaciones que permiten el uso eficiente de los fertilizantes. Además, sirve para monitorear el estado de la fertilidad del suelo a través de los años para conocer si se conservan, mejoran o degradan las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

Teniendo en cuenta que las plantas son importantes son muy importantes para nuestro ecosistema, así como también un suelo con elementos necesarios para su crecimiento, pero el Glifosato no es un fertilizante sino herbicida que afecta a otras especies y así podrá afectar al medio ambiente, ya que puede matar plantas no objetivo, como se ha hecho en cada fumigación se procedió al tapado de las misma sino no hubieran desarrollado sino que morirían en la primera aplicación después de su plantación.

También se observó que emergió en el área maleza (lecherita), especies que ya formó resistencia al producto y eso implicaría aumentar la dosis o mezclar con otro herbicida conde ya se podría tener otros daños al suelo.



## **VI- RECOMENDACIÓN**

Conocer bien el suelo cual se utiliza para cultivar. Realizando análisis del mismo una vez al año por lo menos o entre cada siembra para la fertilización del mismo y conocer bien la demanda del cultivo que se pretende producir, para saber qué nutrientes se extraerán y habrá que aportar más regularmente, así como los que se extraen en menor proporción y debemos controlar que el exceso no produzca toxicidad.

La reforestación de especies nativas también es buena opción ya que su crecimiento en suelo con buena nutriente ayuda al crecimiento de las mismas y así preservar esas especies que se están dejando de lado.

Al no utilizar glifosato se conserva la cubierta vegetal natural del suelo que este caso sería pasto, se evitara la erosión del suelo y recuperación del mismo si cuenta con deformación por erosiones ocasionada por las lluvias, al realizar carpidas de las malezas ellas mismas servirán como abono.



## VII- BIBLIOGRAFÍA

- 1- Jeffrey M. Smith, 2006.-
- 2- Kaczewer, (2002)  
[http://www.mamacoca.org/FSMT\\_sept\\_2003/es/doc/kaczewer\\_toxicologia\\_d\\_el\\_glifosato\\_es.htm](http://www.mamacoca.org/FSMT_sept_2003/es/doc/kaczewer_toxicologia_d_el_glifosato_es.htm)
- 3- Aurora Cerveñansky, 2011  
[http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/docs/micronutrientes\\_impr.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/docs/micronutrientes_impr.pdf)
- 4- Villalba Andra 2009, Resistencia a herbicida. Glifosato
- 5- FOBOMADE Foro Boliviano sobre Medio Ambiente y Desarrollo.  
<http://www.glifocidio.org/docs/impactos%20generales/ig6.pdf>
- 6- Elsa Nivia, 2012, Efectos sobre la salud y el ambiente de herbicidas
- 7- VIDAL, R.A.; RAINERO, H.P.; KALSING, A.; TREZZI, M.M.
- 8- Planta Dañina, 2010 – versión On-line ISSN 1667-782X
- 9- Maria Fernanda Carrera y Hebe Alejandra Carrera, 2011, Efectos de la aplicación de glifosato sobre parámetros químico-fisiológicos- *versión On-line* ISSN 1667-782X
- 10- Eva Sirinathsinghji, 2012, Daños que acarrea el Glifosato a los cultivos, el suelo, los animales y a las personas
- 11- J. Eiroa, Noviembre 2012 – Fertilidad de los suelos - Parámetros químicos: Principales nutrientes del suelo (II). <http://blog.ecocelta.com/la-fertilidad-del-suelo-iv-los-macronutrientes-y-micronutrientes-del-suelo.html>
- 12- Hugo Permingeat, 2008 Glifosato el herbicida y sus efectos sobre la salud
- 13- Carmen Baerga Santini, 2007, Los Macronutrientes y Micronutrientes en el tejido vegetal. Nutrientes.



---

VIII- ANEXOS

**Preparación de la parcela antes la fumigación**





**Medición de las plantas**



**Toma de muestras de suelos**





**Resultados de análisis de suelo mayo 2012 a mayo 2013**

	May-12	14 de Septiembre 2012		24 de Septiembre 2012		04 de Enero de 2013		14 de Enero de 2013		26 de Mayo de 2013	
	Muestra Inicial	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato
<b>ACIDEZ</b>											
pH H2O	6,73	6,83	6,02	6,82	6,71	6,05	5,91	5,96	5,76	6,52	5,78
pH SMP	6,60	6,47	6,25	7,02	6,67	6,39	6,29	6,33	6,31	6,69	6,29
pH CaCl2	5,92	5,53	5,34	6,01	5,90	5,36	5,30	5,24	5,11	5,78	5,06
H + Al Hidrogeno + Aluminio	3,18	3,51	4,13	2,33	3,02	3,72	4,01	3,89	3,95	2,98	4,01

	Muestra Inicial	Sin glifosato	Con glifosato								
<b>MACRONUTRIENTES</b>											
Ca Calcio	7,88	7,22	6,57	5,26	6,98	5,81	7,46	6,82	6,21	6,69	5,58
Mg Magnesio	1,10	1,18	0,91	0,79	0,92	1,11	1,01	1,01	1,22	0,75	0,90
K Potasio	0,12	0,24	0,19	0,19	0,24	0,29	0,12	0,13	0,33	0,46	0,45
P Fosforo	5,51	2,75	2,04	8,03	2,87	1,12	1,40	1,39	1,57	2,34	2,19

	Muestra Inicial	Sin glifosato	Con glifosato								
<b>MICRONUTRIENTES</b>											
Fe Hierro	26,45	39,81	62,75	85,18	91,10	56,04	56,52	64,89	90,01	46,52	40,48
Mn Manganeso	54,72	106,41	137,76	96,62	155,74	94,12	96,18	96,40	85,40	127,90	136,23
Cu Cobre	12,01	20,89	24,97	9,86	23,89	23,79	22,95	23,43	21,64	9,47	10,51
Zn Zinc	9,06	7,82	20,44	12,14	30,12	14,92	17,08	17,18	11,93	23,87	28,59





	May-12	14 de Septiembre 2012		24 de Septiembre 2012		04 de Enero de 2013		14 de Enero de 2013		26 de Mayo de 2013	
MATERIAL ORGANICO	Muestra Inicial	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato	Sin glifosato	Con glifosato
CO Carbono org	1,40	0,86	1,01	0,86	1,13	0,78	1,05	0,86	0,62	1,48	1,95
MO Mat. Orgánica	2,42	1,48	1,75	0,79	1,95	1,34	1,81	1,48	1,07	2,55	3,36

ELECTRO QUÍMICO	Muestra Inicial	Sin glifosato	Con glifosato								
CIC Capac. Interac Cationes	12,99	12,15	11,80	8,57	11,17	10,92	12,60	11,85	11,71	10,87	10,93
SB Suma de Bases	9,11	8,64	7,66	6,24	8,14	7,20	8,59	7,96	7,76	7,89	6,92
V Saturación de Bases	74,09	71,13	64,97	72,82	72,93	65,92	68,17	67,15	66,25	72,59	63,31

PARTICIPACION EN CIC	Muestra Inicial	Sin glifosato	Con glifosato								
Ca Calcio	64,12	59,40	55,66	61,30	62,54	53,17	59,23	57,58	53,01	61,53	51,02
Mg Magnesio	8,99	9,74	7,71	9,26	8,21	10,14	8,01	8,49	10,40	6,87	8,21
K Potasio	0,98	1,99	1,61	2,26	2,19	2,62	0,93	1,09	2,84	4,20	2,01

RELACIONES ENTRE NUTRIENTES	Muestra Inicial	Sin glifosato	Con glifosato								
Ca/Mg Calcio/Magnesio	7,14	6,10	7,22	6,62	7,62	5,24	7,40	6,78	5,10	8,96	6,22
Ca/K Calcio/Potasio	65,30	29,83	34,62	27,17	28,55	20,32	63,66	52,94	18,65	14,65	12,51
Mg/K Magnesio/Potasio	9,15	4,89	4,79	4,11	3,75	39,07	8,61	7,81	3,66	1,64	2,01





Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria



CENTRO DE INVESTIGACION CAPITAN MIRANDA (CICM)

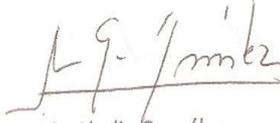
Laboratorio de Suelos

Ruta sexta- Km 16. Capitan Miranda- Itapua. Email: cmiranda@ipta.gov.py. Telef: 071-211 296/7

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

Propietario: Ana Shapovaloff      Profundidad:  
Localidad: Capitan Miranda      Nº lab. 1181-1182  
Muestra:      22/10/2013

Nombre muestra	Profundidad (cm)	NH <sub>4</sub> -N mg/100 gr suelo	NO <sub>3</sub> -N mg/100 gr suelo
M1	0-15	1,3	1,5
M1	15-30	2,2	0,5
M1	30-60	1,1	1,2
M1	60-90	2,9	1,2
M2	0-15	1,7	0,5
M2	15-30	2,7	0,4
M2	30-60	0,9	1,7
M2	60-90	1,5	1,0

  
Ing. Agr. Alodia González  
Encargada de laboratorio

