



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA**

**FACULTAD de CIENCIAS AGRARIAS**

**LICENCIATURA en la ENSEÑANZA de las CIENCIAS**

**BIOLOGICAS**

**TRABAJO FINAL DE LICENCIATURA**

**Título:** Evaluación de la fitotoxicidad de distintas concentraciones del extracto acuoso de hojas de *Ricinus communis* L. sobre la germinación de semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

**AUTOR:** Mabel Griselda Melchor

**TUTOR:** Dr Eduardo Greizerstein

**Diciembre 2.015**

## **DEDICATORIA**

A mi familia con mucho amor, le dedico todo mi esfuerzo puesto para la realización de este trabajo final de la Licenciatura.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi tutor profesor Eduardo Greizerstein por brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica, por todo lo que he podido aprender a su lado, por su gran ayuda y paciencia, sus valiosas sugerencias y acertados aportes durante el desarrollo del trabajo.

A la profesora Mónica Aulicino por su ayuda para los análisis estadísticos, por su generosidad y un GRACIAS enorme por dedicar parte de su tiempo en explicarme y ayudarme a realizar los análisis de los resultados.

A la facultad por las facilidades proporcionadas para la realización de los trabajos experimentales, por darme la oportunidad de realizar la Licenciatura y brindarme las herramientas para seguir perfeccionándome.

A la profesora Beatriz Gasdia por su permanente disposición y desinteresada ayuda, por enseñarme a enfrentar los obstáculos con alegría.

Quiero agradecer a todos los profesores de la Licenciatura que con esfuerzo, perseverancia, conocimiento, cariño han contribuido a alcanzar mis logros.

Al profesor Alejandro Pujalte por sus comentarios, observaciones y consejos que me han ayudado en mi carrera docente.

A mi compañera de cursada Mariel Gonzalez que siempre estuvo dispuesta a brindarme su ayuda y por todas las bibliografías que me enviaba para aclarar algunos temas.

A Yolanda Chicuy, mi amiga y compañera del profesorado y de la Licenciatura, por todas las horas que pasamos juntas estudiando y por las lindas anécdotas que nos quedaron.

Por último, a toda mi familia, mi esposo y mis hijos, que sin su apoyo incondicional no habría podido terminar la Licenciatura. Gracias a todos por su comprensión y por todas las horas de ausencia que me permitieron, sin hacer ningún reproche, por alentarme a seguir estudiando, por ayudarme cuando las obligaciones y el trabajo me agobiaban. A mi hermana Silvia que desde la distancia siempre estuvo presente con sus mensajes interesándose por mis progresos.

**A todos ¡¡¡GRACIAS!!!**

## INDICE

PORTADA	1
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
INDICE	5
RESUMEN	6
INTRODUCCION	8
HIPOTESIS	15
OBJETIVOS GENERALES	15
OBJETIVOS PARTICULARES	16
MATERIALES METODOS	16
RESULTADOS Y DISCUSIONES	22
CONCLUSION	31
ALCANCE PEDAGOGICO	32
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	34
ANEXOS	35

## RESUMEN

En el presente estudio se analizaron los efectos sobre la germinación de semillas de lechuga como consecuencia de la aplicación de una infusión acuosa de hojas de Ricino. Se utilizaron distintas concentraciones de extractos acuosos de hojas de ricino, obtenidas a partir de 1g de hojas secas diluidas en: 50 ml, 75 ml y 100ml de agua destilada. A su vez, cada una de ellas fue sometida a diluciones del 0 %, 50 % y 75%. Se usó un testigo al que sólo se le aplicó agua destilada. Los bioensayos en lechuga (*Lactuca sativa L.*) fueron el índice de germinación (IG) durante los primeros días de crecimiento. Para la concentración de 2% (p/v) no se obtuvo germinación de la semilla. Los resultados obtenidos no demostraron diferencias en la germinación para las concentraciones a partir de 1,5 p/v ni existió interacción concentración por dilución. Así mismo se observó que la concentración con menor dilución: (0.25% p/v) es la que generó mayor porcentaje de germinación. Se concluye que se deberán utilizar mayores diluciones para poder hacer viable el uso de las hojas de ricino como biocontrolador. Queda por ensayar la acción de estas infusiones sobre diversos insectos.

## SUMMARY

In the present study, the effects on the germination of lettuce seeds as a result of applying an aqueous infusion of Ricino (*Ricinus communis L*) leaves were analyzed. Different concentrations of aqueous extracts of leaves of Ricino obtained from 1g of dried leaves diluted in 50 ml, 75 ml and 100 ml of distilled

water: were used. In turn, each of them was subjected to dilutions of 0 %, 50 % y 75%. A check germinated with distilled water was used. Traits considered were Germination Index (GI), and Radicle Elongation during the first days of growth. For the concentration of 2% (w/v) no seed germination was obtained. Results showed that no differences in GI between concentrations from 1.5% (w/v) and 2% (w/v). Additionally no interaction were observed. The dilution concentration of 0.25% (w/v) showed the highest GI. We conclude that higher dilutions should be used to make possible the use of Ricino leaves as biocontrol. In futher studies the action of these infusions on various insects could be tested.

## INTRODUCCION

La creciente preocupación acerca de los riesgos para la salud y el ambiente asociados con el uso actual de insecticidas sintéticos para el control de plagas, ha promovido el esfuerzo por encontrar alternativas naturales viables, efectivas y más seguras. Existe una gran cantidad de insectos que atacan a los cultivos útiles al hombre, ya sea defoliándolos, consumiendo sus frutos, u ocasionando daños a los tallos, afectando las raíces, dañando a los brotes, flores y semillas. Sin embargo, en muchas ocasiones la planta contiene sustancias químicas que repelen o atacan al insecto, o bien modifican su morfología para evitar el daño o, en su caso, disminuir los efectos de las plagas (Rodríguez, 2007).

**Figura 1: Aspecto general de la planta de Ricino (*Ricinus communis* L)**

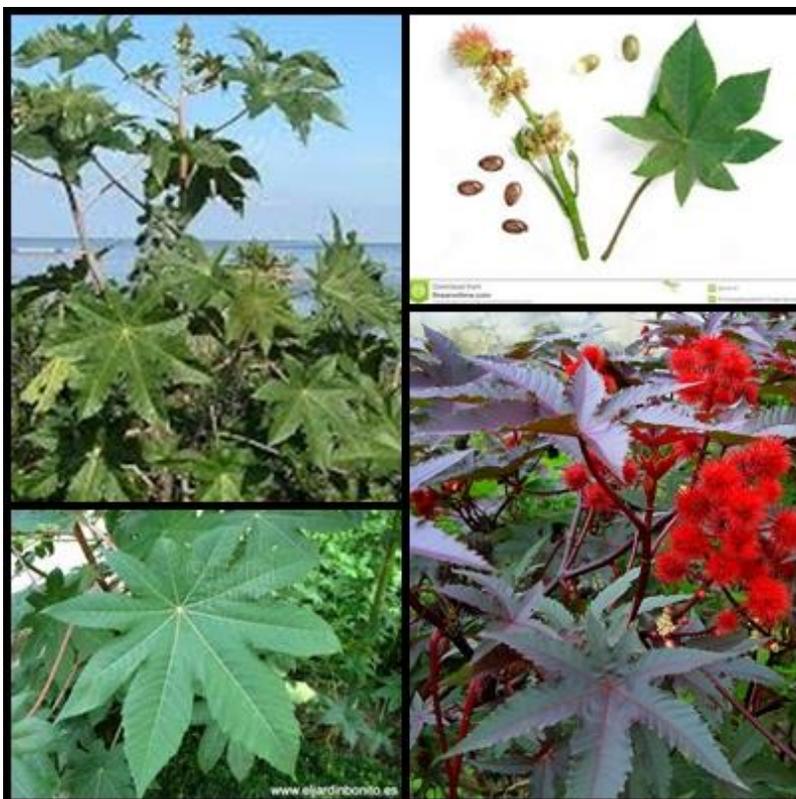


Figura tomada de: [www.eljardinbonito.es](http://www.eljardinbonito.es); [www.plantasyespecies.com](http://www.plantasyespecies.com); [acento.com](http://acento.com)

El Ricino, también llamado como tártago, higuierilla, castor etc. (*Ricinus communis* L) es una oleaginosa, de la familia botánica Euforbiácea. Es originario de África, de regiones tropicales, pero se adapta a regiones subtropicales, de suelos de baja calidad y clima semiárido, debido a su sistema radicular, que busca humedad en profundidad, y por contar con hojas con sistema de cierre de estomas, que disminuye la evapotranspiración. Las primeras semillas de tártago, fueron traídas por los inmigrantes europeos, que lo usaban como antiparasitario intestinal y al aceite de sus semillas para ser utilizado en lámparas.

### **Clasificación taxonómica del Ricino.**

La clasificación taxonómica del ricino o higuierilla según Cronquist (1981) es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: *Ricinus* L.

Especie: *Ricinus communis* L.

**Figura 2: Planta de ricino joven.**



Fotografía tomada por la autora en los márgenes del riachuelo-Matanza

Diversos autores coinciden que el Ricino es originario del este de África, específicamente de la región de la antigua Abisinia, actual Etiopía y es cultivada en los climas tropicales y subtropicales alrededor del mundo (Shaheen, 2002; Samayoa, 2007; Mazzani, 2007).

Es un arbusto perenne diclino monoico muy ramificado que alcanza entre 2 y 4 metros de altura, de raíz superficial y tallo erecto, muy ramificado, cilíndrico, hueco, color rojo-vinoso, recubierto por una tenue capa de cera. Presenta hojas grandes, alternas, glabras, pecioladas, palmilobadas y palminervadas, con lóbulos aserrados, pigmentación rosada; en la base del pecíolo aparecen glándulas nectíferas, las que se hallan también en la parte inferior de la hoja, en su inserción con el pecíolo.

**Figura 3: Hoja de una planta de Ricino.**



Fotografía tomada por la autora en los márgenes del riachuelo- Matanza.

Las flores reunidas en inflorescencias terminales, las masculinas están compuestas por cinco sépalos y numerosos estambres ramificados de color amarillo claro casi blanco, sobre todo en su extremidad, confiriéndole a las flores un aspecto espumoso ubicadas en la parte inferior. Las flores femeninas constan de un cáliz caduco que circunda completamente al ovario, que es trilocular; el estilo es corto y termina en tres estilos bífidos. En la parte superior, se encuentra el fruto, cápsula trilocular que contiene una semilla por lóculo, exteriormente está recubierto por espinas no punzantes; tiene tendencia a la dehiscencia. La semilla es oval, de tamaño variable entre 5 y 20 mm según variedades. El tegumento es coriáceo, liso, lustroso, marmoreado, tóxico por la presencia de ricina y ricinina.

**Figura 4: Aspecto de las semillas del Ricino.**



Fotografía tomada por la autora en los márgenes del riachuelo- Matanza.

El aceite extraído de las semillas ha sido usado medicinalmente desde tiempos muy remotos, pero actualmente la mayor parte del aceite que se produce tiene como destino el uso industrial. Se lo ha empleado en la fabricación de cuero artificial, pinturas, barnices, linóleos, lubricante de motores de altos regímenes de trabajo, etc. (Valderrama et al., 1994)

Desde hace varios años se realizan investigaciones sobre la actividad insecticida de *Ricinus communis* L. sobre diversas plagas, constituyendo una alternativa menos tóxica y contaminante que insecticidas sintéticos, biodegradable y disponible para su uso en diferentes escalas, que abarcan desde el uso doméstico hasta la producción agrícola intensiva. (Rodríguez 1990).

La pulpa de las semillas y el pericarpio contienen elementos tóxicos para animales y humanos. Contiene terpenoides (compuestos orgánicos, derivados del isopreno) con una capacidad insecticida ya probada en hormigas

negras comunes (*Acromyrmex Lundi*), (Acacio-Bigi., *et al*, 1998) como así también se evaluaron los efectos de la aplicación de molido de hojas de ricino sobre larvas de la «polilla de las harinas» (*Plodia interpunctella*). Los resultados indicaron que todos los tratamientos realizados provocaron la mortalidad de larvas, (Collavino *et al*; 2006)

En nuestro país, crece en forma espontánea como maleza. Incluso en la provincia de Buenos Aires se la puede ver creciendo al costado de arroyos, rutas, también en las márgenes de los muy contaminados, dentro de la cuenca Matanza – Riachuelo.

**Figura 5: distribución y crecimiento de la planta de Ricino.**



Fotografía tomada por la autora en los márgenes del riachuelo- Matanza.

## ANTECEDENTES DEL ENSAYO LECHUGA

Los bioensayos de toxicidad con semillas de especies vegetales permiten evaluar los efectos fitotóxicos de compuestos puros o mezclas complejas en el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas durante los primeros días de crecimiento (Gariglio *et al.*, 2002). De acuerdo con (Zucconi *et al.*, 1981), a través de pruebas de germinación se puede evaluar el efecto de la adición de lodo a suelos agrícolas, pues estos ensayos son indicadores confiables de la madurez del biosólido para ser aplicado al suelo. Experiencias desarrolladas por Wu *et al.*, (2000) han demostrado que la germinación de semillas de tomate disminuyó en un 33 % a 55 % cuando la concentración del biosólido aumentó. Es importante destacar que durante el período de germinación ocurren numerosos procesos fisiológicos en los que la presencia de elementos fitotóxicos, como Cu, Ni ó Zn o de una sustancia tóxica (Shober *et al.*, 2003), puede interferir alterando la viabilidad de la semilla y el desarrollo normal de las plántulas (Sobrero y Ronco *et al.*, 2004). Las semillas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) son particularmente sensibles para estos bioensayos (Sobrero y Ronco, 2004). *L. sativa* es una especie indicadora del efecto de compuestos tóxicos y una buena acumuladora de metales pesados en sus tejidos (Schmidt, 1997). Esta especie es de fácil y rápida germinación, por lo que es posible desarrollar la prueba en pocos días.

Este bioensayo de toxicidad ha sido recomendado y aplicado por diferentes organismos de protección ambiental para la evaluación ecotoxicológica de muestras ambientales y compuestos puros, además de la evaluación del efecto

fitotóxico de plaguicidas sobre especies no blanco, necesarios para el registro de estos compuestos (OECD, 1984; Wang, 1987; USEPA, 1989).

A partir de estos antecedentes se analizó la posibilidad de evaluar el uso de una infusión acuosa de hojas secas de ricino como insecticida y para ello se entendió que primeramente había que analizar las concentraciones que fueran tóxicas para las plantas.

### **HIPOTESIS:**

- ❖ El extracto acuoso de hojas de *Ricinus communis* L. en concentraciones bajas, no afecta la germinación y el crecimiento de la planta.

### **OBJETIVOS GENERALES:**

- ✚ Evaluar el efecto de distintas concentraciones de extractos acuosos de hojas de ricino sobre la germinación de la semilla de lechuga.
- ✚ Producir información destinada a la comunidad educativa secundaria / terciaria acerca de la utilidad de estos estudios en la enseñanza de la biología.

## **OBJETIVOS PARTICULARES:**

- Determinar la dosis y el tiempo de contacto del extracto acuoso de hojas de ricino, en relación a las propiedades insecticidas del mismo, sobre la germinación de las semillas de lechuga.
- Organizar jornadas de información en la comunidad educativa, difundiendo los resultados de la investigación.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para el trabajo se desarrollaron las siguientes etapas:

### **1-Recolección- Obtención del material biológico:**

Las hojas de ricino fueron recolectadas en un terreno baldío en las proximidades del ISFD N° 103 de Villa Urbana (Lomas de Zamora), cerca de los márgenes del riachuelo.

La obtención de semillas de lechuga *L. sativa* variedad criolla, se realizó en viveros de la zona de Lomas de Zamora, se procuró que sean semillas no curadas (sin agregado de fungicidas o plaguicidas) y de alto poder germinativo.

## **2-Secado de las hojas:**

Las hojas fueron secadas en bolsas herméticas Ziploc (17 x 15 cm) en las cuales se colocó una cantidad necesaria de Silica gel, fueron secadas durante 60 días.

## **3-Obtención del extracto acuoso:**

Una vez que las hojas de ricino estuvieron secas se realizó la extracción de sustancias solubles en agua caliente, luego se filtró dicha solución y se procedió a formar diferentes diluciones.

## **Materiales utilizados**

Hojas de Ricino secas

Bolsas plásticas Ziploc con cierre hermético dentado

Silica gel

Agua

Semillas de lechuga

Cajas de Petri

Bolsas plásticas

Matraces aforados

Micro pipetas

Regla

Pinzas

Toallas de papel

Papel de filtro

**Figura 6: Procesamiento de las muestras.**



- A) Conservación de las hojas en sílica gel.
- B) Pesado de las hojas.
- C) Hervido de las hojas para realizar la infusión.
- D) Filtrado de la infusión.

## **PROCEDIMIENTO - PROTOCOLO DE TRABAJO.**

**Obtención de soluciones madre de distintas concentraciones y diluciones:**

- Se coloca papel de aluminio en la balanza granataria para protegerla, luego, se tara. (Se vuelve a cero)

- Se coloca las hojas de ricino secas en la balanza granataria, sobre el papel de aluminio y se realiza el pesaje del material. (1 gr)
- Se coloca diferentes volúmenes de agua destilada en un vaso de precipitado (50, 75 y 100ml), se le agrega 1 gr de hojas secas de ricino. De manera que se obtuvieron 3 **concentraciones** de: 2% (p/v), 1,5% (p/v) y 1% (p/v), respectivamente.
- Se tapa el vaso con papel de aluminio.
- Se coloca el vaso de precipitado sobre el mechero, se deja hervir durante cinco minutos.
- Se deja enfriar.
- Se filtra la dilución.
- Se lleva a volumen para compensar lo absorbido por el papel de filtro para mantener la concentración inicial.
- Se realizan tres **diluciones**:
  - infusión de ricino sin diluir (0 %)
  - 5ml de la infusión de ricino y se le agrega 5ml de agua destilada. (dilución al 50%)
  - 2,5ml de la infusión de ricino y se le agrega 7,5ml de agua destilada. (dilución al 75%)

De esta forma se obtienen 9 tratamientos de 3 **concentraciones** (2, 1,5 y 1 p/v) con 3 **diluciones** diferentes cada una (0 %, 50 % y 75%).

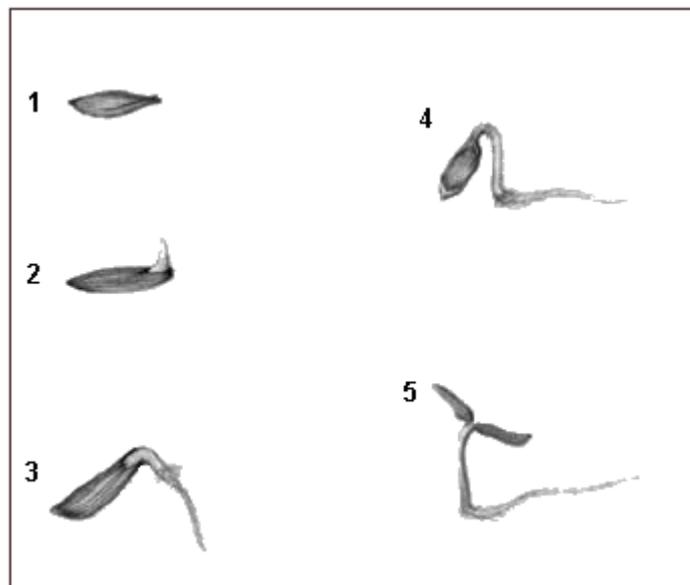
### **Ensayo de fitotoxicidad**

Las cajas de petri se preparan con un papel de filtro.

- En cada caja se coloca 20 semillas de lechuga.

- En tres cajas de petri, se coloca gotas de la dilución de ricino al 0 %. Se coloca etiqueta en cada caja, se las tapa y se cierra cada una con cinta de papel.
- En otras tres cajas se realiza el mismo procedimiento con la dilución al 50%.
- Se realiza el mismo procedimiento con la dilución al 75%
- El procedimiento se repite agregando solo agua destilada en otras 3 cajas de Petri (Control)
- Duración del ensayo 120 hs en condiciones de temperatura ambiente.

**Figura 7: Estadios por los que atraviesa la semilla de lechuga durante el ensayo de germinación y elongación.**



*Figura extraída de trabajos de (Sobrero y Ronco, 2004).*

## **DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con 3 repeticiones para cada tratamiento.

Se utilizaron 3 concentraciones obtenidas con 1 g de hojas secas de ricino diluidas en: 50 ml, 75 ml y 100ml de agua destilada. Estas actuaron como soluciones madres que representan 2- 1,5 y 1 p/v, respectivamente. A su vez, cada una de ellas fue sometida a 3 diluciones del 75%, 50 % y 0%. Sobre cajas de Petri con 20 semillas de lechuga cada una se aplicaron los tratamientos considerados más un control al que se le aplicó únicamente agua destilada. Se utilizaron 3 réplicas o cajas de Petri (unidad experimental) para cada tratamiento. Luego de 120 hs se realizaron recuentos de semillas germinadas. Se calculó el porcentaje de germinación para cada caja (repetición). Los porcentajes de germinación fueron normalizados con la media del control. Se utilizó la razón  $y_{ij}/y_{mc}$ . Donde  $y_{ij}$  es el valor del porcentaje de germinación para la concentración  $i$  y la dilución  $j$ , y  $y_{mc}$  es el valor medio del control.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

A los porcentajes de germinación normalizados (PGN), se aplicó un análisis de varianza factorial de dos vías con interacción, para probar diferencias significativas entre concentraciones y diluciones. Se realizaron comparaciones de medias utilizando el test de Tukey ( $p < 0.05$ ). También se aplicó un análisis de regresión simple y se estimó el ajuste y significancia para cada factor considerado.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

Terminado el período de exposición (120 horas), se procedió a cuantificar el efecto en la germinación correspondiente a cada tratamiento (combinación de concentración y dilución) del compuesto tóxico y a los controles.

**Figura 8: Procedimiento y resultados del ensayo.**



A) Disposición de las semillas de lechuga en las cajas de petri.

B) Colocación de la infusión en las cajas de Petri conteniendo las semillas de lechuga.

C) y D) Aspecto de las semillas después del ensayo 1.

La concentración utilizada de 2 p/v no permitió que las semillas de lechuga germinaran con ninguna dilución utilizada (Tabla 1), por lo tanto se

decidió eliminar del análisis de la varianza dicha concentración. De esta forma fueron analizados únicamente dos concentraciones (al 1,5 (p/v) y al 1 (p/v) con sus 3 diluciones respectivas (6 Tratamientos). El número de semillas fue transformado en porcentaje de germinación y los controles permitieron calcular el PGN por repetición (Tabla 2).

**Tabla 1: Número de semillas germinadas en cada concentración de solución madre y en cada dilución con agua destilada. Número de semillas por caja de Petri para las tres repeticiones.**

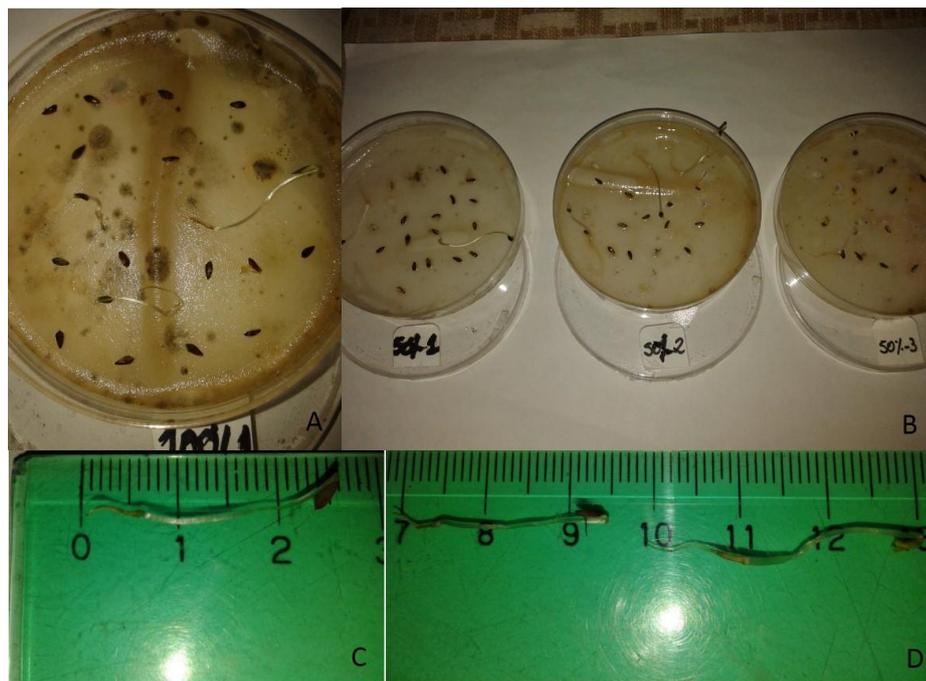
		<b>CONCENTRACIONES DE SOLUCIÓN MADRE (P/V)</b>		
		<b>2</b>	<b>1.5</b>	<b>1</b>
	<b>0%</b>	0, 0, 0	3, 3, 3	3, 3, 4
<b>DILUCIONES</b>	<b>50%</b>	0, 0, 0	3, 3, 4	2, 4, 4
	<b>75%</b>	0, 0, 0	4, 4, 4	6, 5, 5

**Tabla 2: Se muestran los % de germinación normalizado (PGN) para los distintos tratamientos.**

<b>Concentración</b>	<b>dilución</b>	<b>Repetición</b>	<b>PGN</b>
1.5	75%	1	20%
1.5	75%	2	20%
1.5	75%	3	20%
1.5	50%	1	15%
1.5	50%	2	15%
1.5	50%	3	20%
1.5	0%	1	15%
1.5	0%	2	15%

1.5	0%	3	15%
1	75%	1	30%
1	75%	2	25%
1	75%	3	25%
1	50%	1	10%
1	50%	2	20%
1	50%	3	20%
1	0%	1	15%
1	0%	2	15%
1	0%	3	20%

**Figura 9: Resultados obtenidos en el segundo ensayo.**



A) Muestra de la germinacion de semillas con una dilucion del 1- 100%

B) Semillas germinadas con una dilucion del 50%.

CyD) Medicion de las semillas germinadas.

**Figura 10: Resultados obtenidos en el tercer ensayo.**



A) Semillas germinadas con una dilucion del 25% de concentracion, 75% de agua destilada.

B) Medicion de las semillas germinadas.

En la tabla 3 se muestra el análisis de varianza factorial de dos vías con interacción. El ANOVA permitió probar la existencia de diferencias entre “Concentraciones”, entre “Diluciones” y entre las interacciones “Concentración × Dilución”. Únicamente se demostraron diferencias significativas para la dilución ( $p: 0.0036$ ). Las concentraciones y la interacción no modificaron significativamente la germinación.

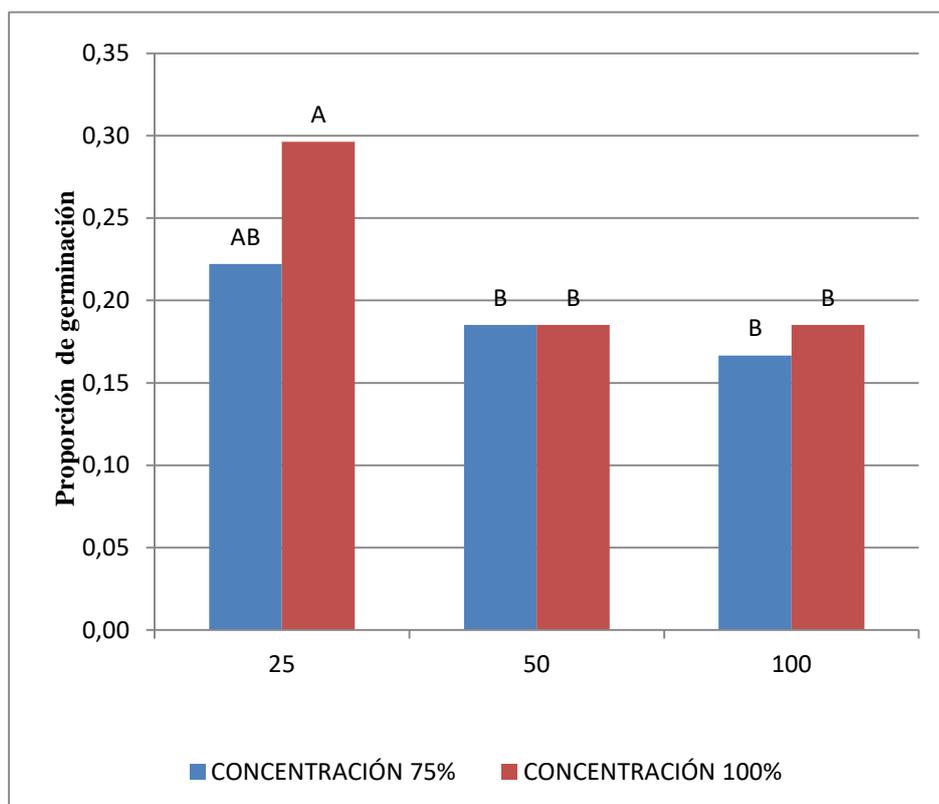
**Tabla 3: Análisis factorial de la varianza para PGN para dos concentraciones de la solución madre (1.5 y 1 p/v) y 3 diluciones con agua destilada (0, 50 y 25 %).**

Fuente de Variación	gl	CM	P
REP	2	0.00120	
CONCENTRACIÓN (A)	1	0.00429	0.0881
DILUCIÓN (B)	2	0.01252	<b>0.0036</b>
A * B	2	0.00223	0.2061
ERROR	10	0.00120	
TOTAL	17		

Gl: grados de libertad; CM: Cuadrados medios; P: Nivel de probabilidad.

En la Figura 11 se muestran los contrastes resultantes de la aplicación del test de Tukey para el efecto combinado de las concentraciones (Tratamientos) y la Dilución con agua destilada. Se observa que la menor concentración de solución madre (1 p/V) con mayor dilución de agua destilada (75%), es la que generó mayor porcentaje de germinación, aunque no se diferenció significativamente del tratamiento con 1.5 p/V de solución madre y 75% de dilución. Esto último confirma los resultados del ANOVA que determinó que no existieron diferencias entre las concentraciones del 1.5 y 1 p/v dentro de las diluciones usadas, ya que generaron respuestas idénticas.

**Figura 11: Contrastes entre tratamientos que son combinaciones de concentraciones de solución madre de 1,5 p/v y 1 p/v, con diluciones con agua destiladas de 75, 50 y 0 %.**

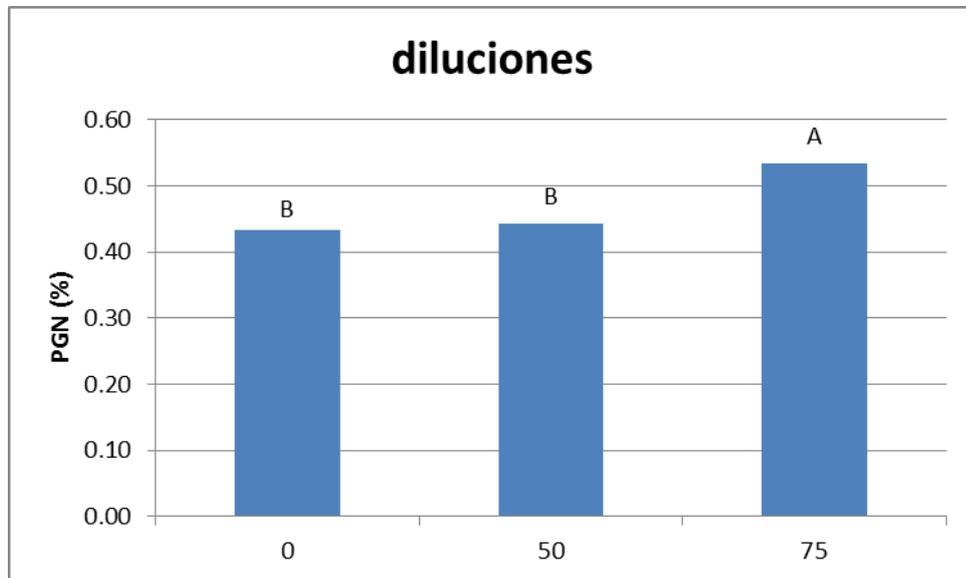


*Letras distintas perteneces a grupos diferentes significativamente al  $P < 0,05$ .*

Cuando observamos los contrastes para el efecto de dilución únicamente se observa que la dilución del 75% es la que produce mayor porcentaje de germinación (Figura 12).

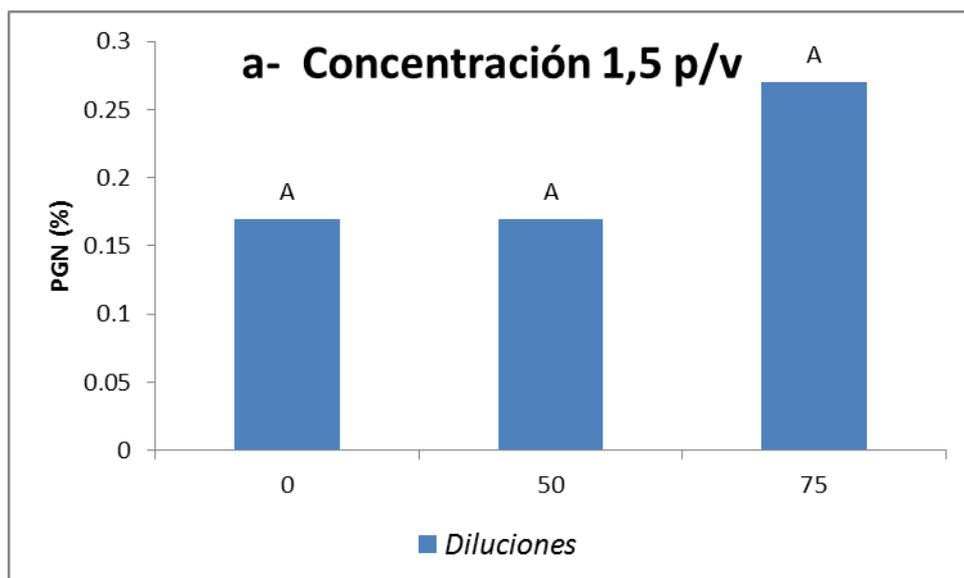
La figura 13 muestra los contrastes de media de las diluciones realizados separadamente para cada concentración. Se observa que la menor concentración utilizada (1 p/v) tiene un efecto sobre el aumento del PGN para la dilución menor de 75%.

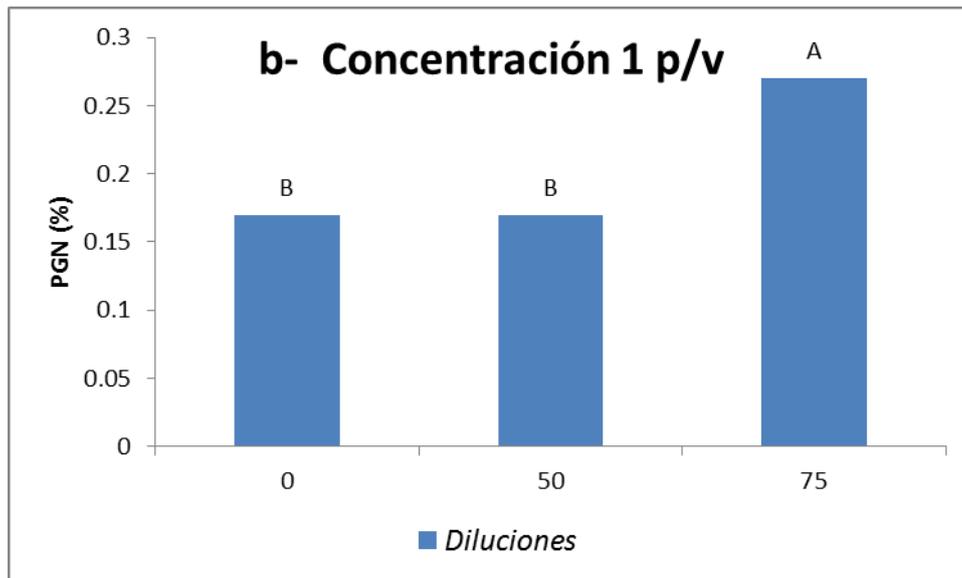
**Figura 12: Contrastes entre diluciones promediando sobre las concentraciones de 1.5 y 1 p/v.**



*Letras distintas perteneces a grupos diferentes significativamente al  $P < 0,05$ .*

**Figura 13: Test de Tukey para comparación de medias de diluciones aplicado separadamente por concentración: a) 1,5 p/v y b) 1 p/v.**





Letras distintas perteneces a grupos diferentes significativamente al  $P < 0,05$ .

Dado que el ANOVA mostró únicamente diferencias para dilución se aplicó un análisis de regresión simple para dilución dentro de cada concentración (Tabla 4). El análisis de regresión determinó que la dilución es el factor que mejor explica el modelo. La pendiente para la dilución es significativa y positiva indicando que a mayor dilución mayor es el porcentaje de germinación (figura 14).

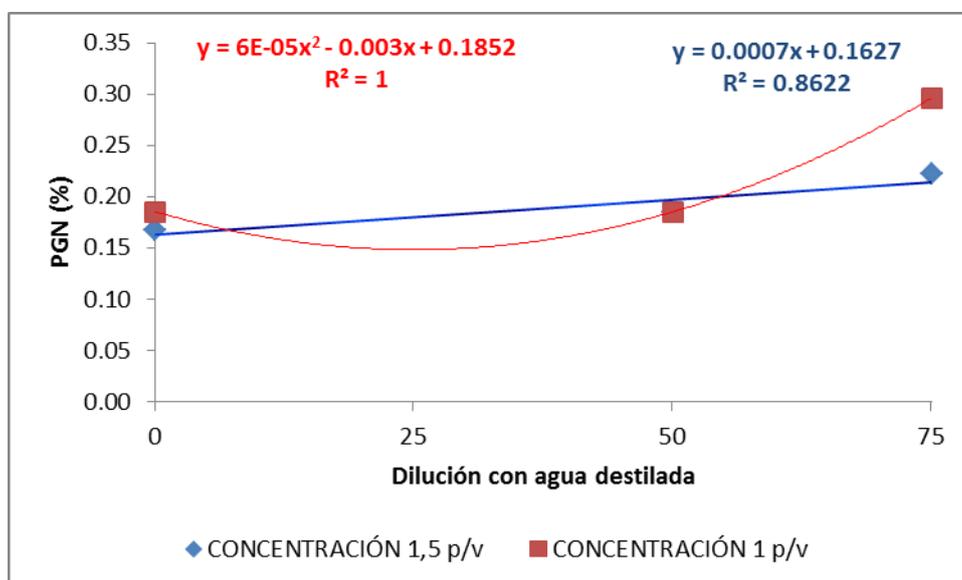
**Tabla 4: Análisis de Regresión para diluciones.**

Fuente de variación	gl	MS	P
Regression	2	0.01053	0.0135
Residual	15	0.00181	
Total	17		

Gl: grados de libertad; CM: Cuadrados medios; P: Nivel de probabilidad.

Al utilizar la concentración mayor (1,5 p/v) la respuesta fue lineal ( $R^2$ : 0.86), mientras que para una concentración menor de 1 p/v la ecuación ajustó mejor a una función polinómica de segundo grado ( $R^2$ : 1). Por lo tanto, la predicción por extrapolación para la recta de menor concentración tendría una proporción de germinación que posiblemente supere los 35%, si se diluyera más dicha solución madre. Contrariamente una mayor dilución de la solución madre con concentración de 1,5 p/v difícilmente supere los 25 % de PGN.

**Figura 14: Respuesta de la proporción de germinación normalizada (variable dependiente) a las diluciones (variable independiente) para cada concentración utilizada, separadamente.**



*Se muestran las ecuaciones lineales para cada concentración.*

## CONCLUSIONES

Las soluciones acuosas de hojas de ricino tienen efecto sobre la germinación de semillas de lechuga y sería potencialmente un biocida.

Las semillas bajo el efecto de los tratamientos aplicados han perdido un 58 % de germinación si las comparamos con lo obtenido para los controles (90%). Por lo tanto podría sugerirse que las concentraciones utilizadas han demostrado ser útiles como biocidas.

La concentración mayor no permitió la germinación de la lechuga indicando que podría ser altamente tóxica, no solo para los insectos sino también para el consumo humano. Por otro lado, la concentración de 1,5 p/v no se ha diferenciado significativamente de la concentración de 1p/v, señalando a ambas como las concentraciones más viables para su uso como biocida ya que han permitido que las semillas de lechuga germinen, aunque en un porcentaje bajo. Sin embargo, la dilución con agua destilada al 75% para la concentración de 1 p/v determinó un aumento del PGN señalando una disminución significativa de su actividad como biocida al diluirse. Mientras que la concentración de 1,5 P/v resultó ser más estable frente a las diluciones. Futuros ensayos con la incorporación de insectos utilizando las concentraciones de 1,5 p/v y 1 P/v deberían ser programados para seleccionar que concentración y dilución podrían ser utilizadas como potencial insecticida.

## **ALCANCE PEDAGOGICO**

La realización de actividades investigativas y su planificación de forma dialogada entre el profesor y los alumnos es una actividad altamente recomendable en la enseñanza de las ciencias. Su utilización contribuye a:

- a) Incrementar la motivación hacia la misma.
- b) Aportar a la comprensión del desarrollo del razonamiento científico.
- c) Favorecer la comprensión de cómo se elabora el conocimiento científico y de su significado.
- d) Contribuir al aprendizaje de procedimientos y de actitudes como curiosidad, confianza en los recursos propios y apertura hacia los demás.
- e) Brindar la posibilidad de razonar sobre lo concreto del caso particular de la experiencia, al tiempo que permiten visualizar los objetos y eventos que la ciencia conceptualiza y explica.

Es por ello, que sería de mucha utilidad, en un terciario o secundario, la implementación del ensayo de las semillas de lechuga para analizar diversos contaminantes (suelo, agua, metales pesados, sustancias puras) por su facilidad de realización, (bajo costo y menor tiempo). O bien de investigar la utilidad, o toxicidad de plantas que se encuentran al alcance de la comunidad educativa. De esta manera iniciar al estudiante en la investigación, en el uso de distintas metodologías y diseño experimental, en la elaboración de conclusiones, innovando y aproximándose a un enfoque indagatorio en sus prácticas. Estas actividades permiten a los alumnos del nivel superior o secundario el acercamiento con la comunidad educativa en su totalidad. La

organización y coordinación de jornada de la ciencia o muestra anual en la institución lleva a los alumnos a difundir su labor científica, realizando entre otras actividades; exposiciones de los temas y trabajos de investigación y experimentación realizados, charlas a la concurrencia y visitas guiadas al laboratorio. Cómo también la participación en la feria de ciencia que año a año se realiza y que se ofrece como diferentes oportunidades de intercambio académico. Dar a conocer o transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado, contribuyendo así a la difusión del conocimiento y de la actividad académica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Collavino, Marcelo; Pelicano, Alicia; Giménez, Rosana A. (2006) "Actividad insecticida de *Ricinus Communis* L. sobre *Plodia Interpunctella* Hbn. (Lepidoptera: Phycitinae).: ". En: **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias**, Vol. 38, no. 1, p. 13-18.
- Gariglio, N., Buyatte, M., Pilatti, R., Gonzalez Rossia, D., Acosta, M.( 2002). Use of a germination bioassay to test compost maturity of willow (*Salix sp.*) Sawdust. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science** 30 (2):135-139.
- Mazzani E.( 2007). El Tártago: La planta, su importancia y usos. **Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias**. Maracay. Venezuela.
- Mendes Acacio - Bigi, M. F.; Hebling M. J.; Bueno, C. O.; Pagnocca, F. C.; Da Silva, O. A.; Fernández, J. B.; Vieira, P. C. (1998). Toxicidade de extractos foliares de *Ricinus communis* L. para operarias de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, (Hymenoptera, Formicidae). **Revta. Bras. Ent.** 41 (2-4): 239-243.
- Rodríguez C. H. (2007). Propiedades Plaguicidas del Eucalipto. Campus Montecillo, COLPOS, Texcoco, México. **IX Simposio Internacional y IV Congreso Nacional de agricultura sostenible XX Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz**.
- Rodríguez N. H. (1990). Plantas insecticidas. **XXV Congreso Nacional de Entomología**. Morelos. México. Pp13-14.
- Samayoa M. (2007). Manual Técnico del Higuierillo. Ministerio de agricultura y ganadería El Salvador C.A. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, CENTA. Programa Agroindustrial.
- Schmidt, J.P. (1997). Understanding phytotoxicity thresholds for trace elements in land-applied sewage sludge. **Journal of Environmental Quality** 26: 4-10.
- Shaheen, A.M. (2002). Morphological variation within *Ricinus communis* L. in Egypt; Fruit, Leaf, Seed and Pollen. **Pakistan Journal of Biological Science**. 5 (11). Pp1202-1208.
- Shober, A.L., Sims, J.T. (2003). Phosphorus restrictions for land application of biosólidos: current status and future trends. **Journal of Environmental Quality** 32: 1955-1964.
- Sobrero, M.C. y A. Ronco. (2004). Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. Capítulo 4.4 Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) México: IMTA, 2004. Canadá: IDRC, Castillo Morales, G. (ed.). Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 1984. Terrestrial Plants: Growth Test. Guideline for Testing of Chemicals N ° 208. OECD Publications Service, Paris.

- United States Environmental Protection Agency (USEPA). (1989). Protocols for short term toxicity screening of hazardous waste sites. US EPA 600/3-88/029, Corvallis.
- Valderrama J.; A. Mery y F. Aravena. (1994). La higuera y su principal producto: Aceite de ricino. Parte 1. Aspectos generales. **Información Tecnológica**, Vol. 5, No.1. Santiago de Chile, pp 87-90.
- Wang W, (1987). Root elongation method for toxicity testing of organic and inorganic pollutants. **Environmental Toxicology and Chemistry** 6: 409-414.
- Wu, L., Ma, L., Martinez, G. 2000. Comparison of methods for evaluating stability and maturity of biosolids compost. Journal of Environmental Quality 29: 424-429. pollutants. **Environmental Toxicology and Chemistry** 6: 409-414

## ANEXO

**Ensayo 1:** 1gr de hoja de ricino, concentración 2% (p/v), 3 diluciones con agua destilada (0, 50 y 75%)

No se produjo la germinación de ninguna semilla.

**Ensayo 2:** 1gr de hoja de ricino, 1% (p/v), 3 diluciones (0, 50 y 75%)

Dilución 1-0%: germinaron 3 semillas (2 de 3cm y 1 de 1cm)

Dilución 1-0%: germinaron 3 semillas (1 de 2,5cm- 1de 3 cm y 1 de 2cm)

Dilución 1-0%: germinaron 4 semillas (2 de 3,5cm -1de 3cm y 1 de 4cm)

Dilución 2-50%: germinaron 2 semillas (1 de 4,5cm y 1de 5cm)

Dilución 2-50%: germinaron 4 semillas (2 de 5cm- y 2 de 4cm)

Dilución 2- 50%: germinaron 4 semillas (1 de 31,5cm- 1de 2,5cm-1de 3cm y 1de 5cm)

Dilución 3 -75%: germinaron 6 semillas (2 de 1cm-1 de 3,5cm-2de 4,5cm y 1 de 5,5cm)

Dilución 3-75%: germinaron 5 semillas (1 de 1cm- 1de 3,5 cm y 3 de 4,5cm)

Dilución 3- 75%: germinaron 5 semillas (1 de 2cm -1de 3,5cm- y 3 de 4,5cm)

**Ensayo 3:** 1gr de hoja de ricino, concentración 1,5% (p/v), 3 diluciones. (0- 50 y 75%)

Dilución 1-0%: germinaron 3 semillas (2 de 3cm y 1 de 4cm)

Dilución 1-0%: germinaron 3 semillas (1 de 3cm y 2de 2cm)

Dilución 1- 0%: germinaron 3 semillas (1 de 2cm -1de 3cm y 1 de 4,5cm)

Dilución 2-50%: germinaron 3 semillas (1 de 3,5cm y 2de 4cm)

Dilución 2-50%: germinaron 3 semillas (2 de 4cm- y 1 de 5cm)

Dilución 2- 50%: germinaron 4 semillas (1 de 3, cm - 1 de 3,5cm y 2de 4cm)

Dilución 3-75%: germinaron 4 semillas (2 de 3cm -1 de 4cm y 1de 4,5cm)

Dilución 3-75%: germinaron 4 semillas (1 de 3cm y 3 de 4cm)

Dilución 3- 75%: germinaron 4 semillas (1 de 2cm -2 de 3,5cm- y 1 de 4, cm)

**Tabla 5: Medias y desvíos estándar de la proporción de germinación de semillas normalizadas de lechuga cuando se las sometió a dos tratamientos con solución madre a concentraciones de 1,5 y 1 (p/v) y utilizando 3 diluciones de cada una de ellas: 25, 50 y 100 %.**

<b>1.5</b>	<b>75</b>	<b>0.22</b>	<b>0.0000</b>
	50	0.19	0.0321
	0	0.17	0.0000
<b>1.0</b>	<b>75</b>	<b>0.30</b>	<b>0.0321</b>
	50	0.19	0.0642
	0	0.19	0.0321