

# EL EXUDADO DEL GRANO DE CACAO (*THEOBROMA CACAO L*) COMO HERBICIDA PARA EL MANEJO DE LAS MALEZAS

*Gardenia Gonzáles Manjarrez*

*Vicente Painii Montero*

*Lenín Morán Santana*

*Leila Prías Mogro*

*Oswaldo Pesántez Domínguez*

*Glenda Sarmiento Tomalá*



**Investigación  
Tecnología e Innovación**

Revista de divulgación de la Dirección de Investigaciones y Proyectos Académicos



## **EL EXUDADO DEL GRANO DE CACAO (*Theobroma cacao L*) COMO HERBICIDA PARA EL MANEJO DE LAS MALEZAS**

### **THE EXUDATE OF COCOA BEAN (*Theobroma cacao L*) AS A HERBICIDE FOR WEED MANAGEMENT**

*Gardenia Gonzáles<sup>1</sup>, Vicente Painii<sup>1</sup>, Lenín Morán<sup>1</sup>, Leila Prías<sup>2</sup>, Oswaldo Pesantez<sup>2</sup>, Glenda Sarmiento<sup>2</sup>.*

#### **RESUMEN**

El objetivo fue determinar la composición físico- química y los efectos del exudado del grano de cacao sobre las malezas, se trabajó en laboratorio y campo. El exudado es de apariencia turbia de color beige, olor medianamente alcohólico, 4,02 de acidez, 3,76 pH y 1,16 densidad; está compuesto por alcaloides, taninos, flavonoides, cumarinas y esteroides; el ensayo de toxicidad aguda no reveló intoxicación en las especies roedoras. Preliminarmente se determinó la solución que con menor concentración de exudado inhibiera la germinación de las semillas de rábano, esta solución elaborada con el 10% del exudado de cacao y 90% agua desionizada se la denominó solución control; con esta base preliminar se ensayaron cinco tratamientos derivados de la solución control bajo un diseño de Bloques Completamente al Azar, el mejor resultado de inhibición fue con la solución control al 100%. En campo se establecieron dos ensayos con semillas de malezas; la aplicación de los tratamientos en el primer ensayo en preemergencia se realizó inmediatamente después de la siembra, evaluando a los ocho días de germinada las semillas, utilizando un diseño de Bloques al Azar bajo arreglo bifactorial con 15 tratamientos, el análisis no reportó diferencias estadísticas, ni tampoco se presentó el efecto inhibitorio sobre las semillas. El segundo ensayo en postemergencia se trabajó con el mismo diseño y 25 tratamientos, la aplicación se realizó a los ocho y 15 días de germinadas las semillas, evaluando a los 8

1 Universidad de Guayaquil, Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces, km 1 ½ Vía Palestina. Los Ríos, Ecuador. Telef.: 05 2 790197. Autor correspondiente: Gardenia Gonzales (gardenia\_gonzales@hotmail.com).

2 Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas, Av. Delta s/n y Av. Kennedy. E-mail: ugqquimicas@hotmail.com. Telf.: 2293680. Guayaquil, Ecuador.

días después de cada aplicación; el análisis de varianza estableció diferencias estadísticas, donde la especie *Amaranthus spinosus* L. con 50% de la solución control más 50% de agua desionizada alcanzó mayores promedios en la primera y segunda aplicación con valores de 2,33% y 3,00% de acuerdo a la escala de Alam, observándose leves quemaduras y retraso en el desarrollo.

**Palabras claves:** exudado, maleza, germinación, clorosis, inhibición.

### SUMMARY

The objective was to determine the physical-chemical composition and the effects of cocoa bean exudate on weeds, worked in the laboratory and field. The exudate is beige cloudy appearance, odor, moderately alcoholic, 4,02 acidity, pH of 3,76 and density 1.16, is composed of alkaloids, tannins, flavonoids, coumarins and sterols, the acute toxicity test revealed no toxicity in rodent species. Preliminarily determined the solution with lower concentration of exudate inhibited the germination of radish seeds, this solution made with 10% of the exudate of cocoa and 90% deionized water solution was termed control, with this groundwork five treatments were tested derived from the solution under control design was completely randomized blocks, the best result of inhibition with the control solution was 100%. In two field trials were established with weed seeds, the application of treatments in the first trial was conducted preemergence immediately after sowing, assessing the eight days of germinating seeds, using a block design under an arrangement Random bifactorial with 15 treatments, the analysis reported no statistical differences, nor are presented inhibitory effect on the seeds. The second postemergence test we used the same design and 25 treatments, the application was made at eight and 15 days of germination of seeds, evaluated at 8 days after each application, the analysis of variance statistical difference, where species *Amaranthus spinosus* L. 50% of the control solution plus 50% of deionized water had the highest average in the first and second application with values of 2,33% and 3,00% according to the scale of Alam, slight burns and developmental delay.

**Key words:** exudate, weeds, germination, chlorosis, inhibition.

### 1. INTRODUCCIÓN

La problemática se enfoca en la amplia utilización de los herbicidas químico, en áreas agrícolas y forestales lo que contribuye a la presencia de compuestos tóxicos en el medio ambiente. Por esta razón la presencia de los herbicidas y plaguicidas, en la atmósfera, suelo, agua y alimentos debe atribuirse a la actividad humana.

La Agricultura constituye la mayor fuerza selectiva en la evolución de las malezas. Como consecuencia de haber desplazado la sucesión hacia estados

tempranos en forma recurrente, las actividades agrícolas han mantenido las comunidades vegetales en estadios inmaduros. La mayoría de los componentes de esas comunidades son lo que en la agricultura llamamos malezas. De las 250.000 especies vegetales existentes, aproximadamente 8.000 (3%) son consideradas malezas y 250 sps. son problemáticas, representando el 0,1% de la flora mundial. El 70% de las malezas-problema corresponden a 12 familias botánicas y el 40% son pertenecientes a 2 familias: Poaceae y Asteraceae, presentándose la misma concentración de familias que en la situación de los cultivos más importantes. (Rodríguez, J). Internacionalmente se establece estándares de calidad del agua, frente al contenido de pesticidas, considerando valores paramétricos para sustancias individuales y para pesticidas totales de (0,1µg/l/ 0,5µg/l), en adición, se introdujeron valores más estrictos para ciertos pesticidas (0,03µg/l). (La Unión Europea, 1998). Anualmente Syngenta vende cerca de mil millones de dólares de paraquat, equivalentes a 25 mil toneladas.

Para darnos una idea en proporción, esto equivaldría en un día al salario de 500 mil millones de personas que en el mundo viven en pobreza ganando 2 dólares diarios. Bejarano confirma que: “Por lo menos el 77% de las ventas mundiales de paraquat se realizan en los países en desarrollo, particularmente en Asia y Latinoamérica. En Latinoamérica, los principales países consumidores de este herbicida son Brasil, México y Colombia. El paraquat se usa en más de 50 cultivos diferentes, en más de 120 países, envenenando a los trabajadores de las plantaciones de plátano, café, cacao, azúcar, aceite de palma y muchos otros cultivos, tanto América Latina, Asia y África, como en naciones de la Unión Europea, como es el caso de Francia, España y Portugal.” (Gustavo Castro Soto citado por Fernando Bejarano, 2005). El Paraquat debe ser considerado altamente tóxico para el zooplancton, (Gagneten, 2002) y sugieren que este herbicida debería ser regulado estrictamente en el control de malezas tanto en ecosistemas acuáticos como terrestres.

Así mismo BÉRARD & PELTE (1999) citados por Gagneten indican la complejidad del sistema al momento de analizar el impacto de los herbicidas en las comunidades acuáticas, analizando la composición de especies, las interacciones inter e intraespecíficas y factores ambientales tales como los parámetros fisicoquímicos. Esta interacción entre herbicidas y factores biológicos y ambientales pueden reducir o incrementar las consecuencias de la contaminación en ecosistemas acuáticos. La alelopatía entre plantas se ha convertido en una alternativa para el manejo de las malezas, (Basaure, 2009), la alelopatía implica el efecto detrimental en crecimiento y desarrollo en la competencia, tiene su origen en compuestos químicos liberados por una planta que afectan a otra y estudios realizados por Massey (1925) y citado por Basaure P. 2009 observó plantaciones de tomate y alfalfa en un radio de hasta 25 metros del tronco del nogal. Las plantas situadas en un radio de hasta 16 metros morían

mientras las situadas más allá del mismo crecían sanas.

Para el manejo adecuado de las malezas se han realizados estudios con el vinagre de frutas (Díaz, 2002) en distintos estados de desarrollo, utilizando concentraciones de ácido acético entre un 10 % y 20 %, observaron que el vinagre no fue efectivo con las raíces, a partir de las cuales las malezas siguieron creciendo. Los mejores resultados se obtuvieron rociando el vinagre sobre malezas de 2 a 6 hojas, continuando con el proceso cada 2 semanas. Científicos del Centro de Investigación Agraria La Orden, dependiente de la Junta, con apoyo de la Universidad de Extremadura (Uex), están a punto de culminar el que puede ser el gran remedio contra el jacinto de agua o camalote (*Eichhornia crassipes*). Han logrado desarrollar, a partir de una planta autóctona de la región, un herbicida capaz de secar los ejemplares de esta especie invasora en pocos minutos y sin originar daños en el resto de flora y fauna ni tampoco para la salud humana. (El Periódico Extremadura, 2009).

En un gran reto para los científicos la búsqueda de encontrar un producto orgánico que permita el manejo de las malezas, lo que podría presentar una solución parcial al problema ambiental y de salud generados por el uso de herbicidas químicos. En esta investigación se manejó el método experimental, utilizando para la evaluación del grado de afectación, causado por la aplicación del exudado de cacao sobre las malezas, empleando la escala de Alam.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en laboratorio y campo del Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces de la Universidad de Guayaquil, localizado en el kilómetro 11/2 de la vía Vinces – Palestina, cuyas coordenadas geográficas son: 01° 34' de latitud Sur y 75° 44' de longitud Oeste. El sitio experimental se encuentra a una altura de 41m.s.n.m., con una temperatura promedio de 25,4°C y una precipitación anual de 1400 mm de lluvia y humedad relativa de 84 %. (Holdriedg, 1974). El ensayo se desarrolló en un periodo de 4 meses (mayo-agosto del 2009).

El exudado fue recolectado en bandejas plásticas, que escurre de los cajones de madera en el procesamiento del cacao, el cual se acopia en la Planta de Semilla del I T A V; luego este líquido es sometido a un proceso de fermentación durante 30 días, lapso en el cual se producen reacciones bioquímicas y que de acuerdo a observaciones realizadas de su efecto sobre las malezas, de manera preliminar se tomó como un estándar para la investigación; fue este líquido fermentado enviado al laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil para su respectivo análisis físico-químico.

Se recolectaron varias especies de semillas de malezas del entorno, las que se utilizaron en la investigación fueron: *Oriza sativa*, *Rottboellia exaltata* L., *Amaranthus spinosus* L. *Inacan* L., *Sorghum arundinaceum*. (Lorenzi, 2000).

### Ensayo de Laboratorio y Análisis Físico - Químico.

El trabajo de laboratorio se dividió en dos partes, la primera tuvo como objetivo establecer las concentraciones más adecuadas del exudado de grano de cacao, para ello se utilizó semillas de rábano colocando 8 de éstas sobre papel toalla en cajas petri debidamente identificadas, aplicando 5 cc de exudado de cacao estableciéndose los siguientes tratamientos: T1 = 100 % agua desionizada, T2 = 100 % solución control, T3 = 75% solución control + 25 % de agua desionizada, T4 = 50% solución control + 50 % agua desionizada, T5 = 25 % solución control + 75 % agua desionizada; vale mencionar que la solución control fue previamente establecida tomando como criterio la menor cantidad del exudado diluida en agua desionizada que afectare la germinación de las semillas. Todo fue concebido bajo un diseño de Bloques Completamente al Azar, con cuatro repeticiones; las variables evaluadas fueron germinación, crecimiento de la raíz e hipocotileo se las realizó a las 48, 96 y 144 horas, con la ayuda de una regla graduada en cm el dato fue registrado para posteriormente ser analizado mediante la varianza y finalmente las medias de los tratamientos fueron sometidas a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística.

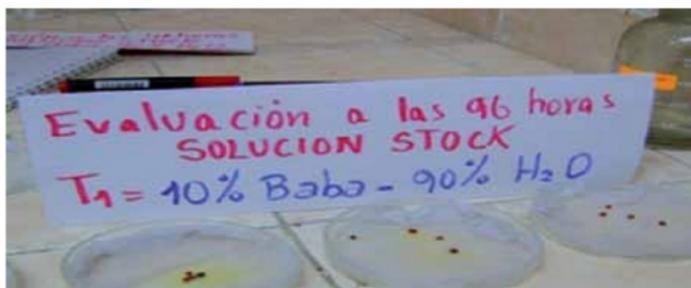


Figura 1. Germinación Nula en laboratorio aplicando la solución control.

### Análisis Físico – Químico del exudado del grano de cacao

Se realizaron los análisis Físico - Químicos en el laboratorio de PROGECA de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil.

**Primer ensayo de campo.-** Para evaluar los efectos inhibidores de crecimiento en preemergencia de las semillas de malezas (Delorit R., 1970), se montó un

ensayo de Bloques al Azar con arreglo factorial AxB, con tres repeticiones; el primer factor representaba las especies de malezas A1= *Rottboellia exaltata* L. , A2= *Oriza sativa*, A3= *Amaranthus spinosus* L, A4= *Sorghum arundinaceum* y A5= *Inacan* L y el segundo factor correspondía a las concentraciones del exudado (B1=100% agua desionizada, B2= 10% exudado + 90% agua desionizada, B3= 75% solución control-25% agua desionizada). Los tratamientos como resultado de la combinación de los factores fueron: T1=A1 B1, T2= A1 B2, T3=A1 B3, T4= A2 B1, T5=A2 B2, T6=A2 B3, T7=A3 B1, T8=A3 B2, T9=A3 B3, T10=A4 B1, T11=A4 B2, T12=A4 B3, T13=A5 B1, T14=A5 B2, T15=A5 B3. Se sembraron 3 semillas por especie de maleza en fundas plásticas perforadas y como sustrato suelo de textura franco, distribuidas a campo abierto, con riegos frecuentes durante 8 días. La evaluación de los tratamientos, se realizó a los ocho días de aplicado el exudado sobre las malezas, ayudado con una regla graduada en centímetros se midió el crecimiento y los datos fueron sometidos al análisis de varianza para luego comparar las medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística.

**Segundo ensayo de campo.-** Con el propósito de evaluar la fitotoxicidad del exudado sobre las malezas en postemergencia , se estableció un segundo ensayo bajo un diseño de Bloques al Azar con Arreglo Factorial AxB, con cinco repeticiones; el primer factor representaba las especies de malezas(A1= *Rottboellia exaltata* L. , A2= *Oriza sativa*, A3= *Amaranthus spinosus* L, A4= *Sorghum arundinaceum* y A5= *Inacan* L) y el segundo correspondía a las concentraciones del exudado(B1=100% agua desionizada, B2= 10% exudado + 90% agua desionizada, B3= 75% solución control + 25% agua desionizada, B4= 50% solución control + 50% agua desionizada, B5= 25% solución control + 75% agua desionizada). Los tratamientos como resultado de la combinación de los factores fueron: T1= A1 B1, T2= A1 B2, T3= A1 B3, T4= A1 B4, T5= A1 B5, T6= A2 B1, T7= A2 B2, T8= A2 B3, T9= A2 B4, T10= A2 B5, T11= A3 B1, T12= A3 B2, T13= A3 B3, T14= A3 B4, T15= A3 B5, T16= A4 B1, T17= A4 B2, T18= A4 B3, T19= A4 B4, T20= A4 B5, T21= A5 B1, T22= A5 B2, T23= A5 B3, T24= A5 B4, T25= A5 B5. Al igual que el ensayo anterior los datos fueron sometidos al análisis de varianza y sus medias comparadas con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística. Se sembraron 3 semillas por especie de maleza en fundas plásticas perforadas y como sustrato suelo de textura franco, distribuidas a campo abierto con riegos frecuentes, durante 8 días.

En este ensayo se realizaron evaluaciones fitotóxicas, la aplicación del exudado sobre las plántulas de malezas se realizó a los ocho y quince días de germinadas las malezas; posteriormente se evaluó los niveles de afectación de acuerdo a la escala de Alam, 1974, como se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Escala ALAM para la evaluación del grado fitotóxico de los herbicidas.**

Índice (%)	Denominación/descripción del daño
0 - 1	De ningún a muy poco daño.
1 - 2	Ligero Daño: Se observa clorosis o cierto retraso en el desarrollo.
2 - 3	Daño Moderado: Clorosis generalizada y retraso en el desarrollo.
3 - 4	Daño Severo: No tolerable.
4 - 5	Daño muy Severo: Muerte de la planta.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el ensayo de laboratorio se evidenció un efecto inhibitor sobre el crecimiento de las semillas de rábano, utilizada como planta indicadora por su sensibilidad a los productos químicos; este efecto inhibitor se notó a los 48, 96 y 144 horas de aplicado el producto; las evaluaciones de germinación determinaron que era inversamente proporcional a la disminución de la concentración del exudado. Así cuando se aplicó en las cajas petri el 100% de la solución control (10% de exudado-90% agua desionizada), la germinación fue nula (*Figura 1*). También se evaluó el crecimiento de la raíz e hipocótilo, indicando que los resultados estuvieron en concordancia con la germinación, es decir, ésta fue menor con el aumento de la concentración de la solución. (*Cuadro 2*).

**Cuadro 2. Ensayo de laboratorio para determinar el efecto inhibitor del exudado del grano de cacao**

TRATAMIENTOS	MEDIA/PORCENTAJE GERMINACIÓN			MEDIA/CRECIMIENTO DE RAÍZ			MEDIA/CRECIMIENTO DE HIPOCOTILO		
	48	96	144	48	96	144	48	96	144
	horas	horas	horas	horas	horas	horas	horas	horas	horas
100% Agua Desionizada	93,75	93,75	93,75 A	1,96 A	4,75 A	6,28 A	0,43 A	1,40 A	2,81 A
100% solución control	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B
75% solución control + 25 % agua desionizada	0,00 B	0,00 B	6,25 B	0,00 B	0,00 B	0,15 C	0,00 B	0,00 B	0,00 C
50% solución control + 50 % agua desionizada	0,00 B	62,50 A	93,75 A	0,00 B	0,00 B	3,56 AB	0,00 B	0,08 B	1,66 AB
25% solución control + 75 % agua desionizada	18,75 B	62,50 A	81,25 A	0,08 B	0,58 B	3,05 B	0,03 B	0,13 B	1,13 BC

En el primer ensayo de campo se aplicaron los tratamientos (solución control, 100% agua desionizada y 75 % solución control con 25 % agua desionizada) directamente al suelo en preemergencia, es decir el mismo día de la siembra de las malezas, evaluando el crecimiento de las plántulas y al analizar estadísticamente se encontró que las aspersiones de las concentraciones del exudado no afectaron significativamente el crecimiento de las plantas. En la combinación de los dos factores estudiados (A=especies de malezas y B=concentración del exudado), las diferencias de alturas son atribuibles a las especies de malezas. (Cuadro 3)

En el segundo ensayo donde se evaluó los efectos fitotóxicos en las plántulas de malezas, producto de la aspersiones de las concentraciones del exudado del

**Cuadro 3. Crecimiento en centímetros en plántulas a los ocho días de aplicado el exudado.**

<b>Factor A</b>	<b>Promedio</b>
A <sub>5</sub> = <i>Inacan</i> L.	3,44 A
A <sub>2</sub> = <i>Oriza sativa</i>	2,49 AB
A <sub>1</sub> = <i>Rottboellia exaltata</i> L.	2,08 AB
A <sub>4</sub> = <i>Sorghum arundinaceum</i>	1,16 B
A <sub>3</sub> = <i>Amaranthus spinosus</i> L.	0,60 B
<b>Factor B</b>	<b>Promedio</b>
B <sub>2</sub> = 10% exudado+90% agua desionizada (solución control)	2,15 A
B <sub>1</sub> = 100% agua desionizada	1,90 A
B <sub>3</sub> = 75% solución control+25% agua desionizada	1,77 A
<b>Interacción A x B</b>	<b>Promedio</b>
A <sub>5</sub> B <sub>2</sub> = <i>Inacan</i> L.-10% exudado+90% agua desionizada (solución control)	3,50 A
A <sub>5</sub> B <sub>3</sub> = <i>Inacan</i> L.-75% solución control+25% agua desionizada	3,17 A
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> = <i>Rottboellia exaltata</i> L. -75% solución control+25% agua desionizada	2,00 AB
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> = <i>Oriza sativa</i> -100% agua desionizada	2,63 AB
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> = <i>Oriza sativa</i> -10% exudado+90% agua desionizada (solución control)	2,83 AB
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> = <i>Oriza sativa</i> -75% solución control+25% agua desionizada	2,00 AB
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> = <i>Inacan</i> L.-100% agua desionizada	2,67 AB
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> = <i>Rottboellia exaltata</i> L. -10% exudado+90% agua desionizada (solución control)	2,50 AB
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> = <i>Rottboellia exaltata</i> L. -100% agua desionizada	1,75 AB
A <sub>4</sub> B <sub>1</sub> = <i>Sorghum arundinaceum</i> -100% agua desionizada	1,70 AB
A <sub>4</sub> B <sub>2</sub> = <i>Sorghum arundinaceum</i> -10% exudado+90% agua desionizada (solución control)	0,57 B
A <sub>4</sub> B <sub>3</sub> = <i>Sorghum arundinaceum</i> -75% solución control+25% agua desionizada	1,20 B
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> = <i>Amaranthus spinosus</i> L.-100% agua desionizada	0,93 B
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> = <i>Amaranthus spinosus</i> L.-75% solución control+25% agua desionizada	0,50 B
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> = <i>Amaranthus spinosus</i> L.-10% exudado+90% agua desionizada (solución control)	0,37 B
<b>Tukey Nivel de significancia 5%=</b>	<b>2,90</b>
<b>CV%</b>	<b>46,85</b>

**Cuadro 4. Efectos fitotóxicos en plántulas de malezas a los ocho y quince días de aplicado el exudado.**

FACTOR A	PROMEDIOS DEL EFECTO FITOTÓXICO	
	APLICACIÓN DEL EXUDADO A LOS 8 DDS	APLICACIÓN DEL EXUDADO A LOS 15 DDS
	<i>A<sub>2</sub></i> = <i>Oriza sativa</i>	1,00 A
<i>A<sub>3</sub></i> = <i>Amaranthus spinosus</i> L.	1,00 A	2,53 A
<i>A<sub>5</sub></i> = <i>Inacan</i> L.	0,73 A	1,07 B
<i>A<sub>4</sub></i> = <i>Sorghum arundinaceum</i>	0,53 A	0,80 B
<i>A<sub>1</sub></i> = <i>Rottboellia exaltata</i> L.	0,47 A	0,73 B
<b>Factor B</b>		
<i>B<sub>2</sub></i> = 75% control +25% agua desionizada	1,20 A	1,93 A
<i>B<sub>4</sub></i> = 50% control+50% agua desionizada	1,13 A	2,00 A
<i>B<sub>3</sub></i> = 25% control+75% agua desionizada	0,80 A	0,93 AB
<i>B<sub>2</sub></i> = 10% exudado+90 agua desionizada (solución control)	0,40 A	1,07 AB
<i>B<sub>1</sub></i> = 100% agua desionizada	0,00 A	0,00 B
<b>Interacción A x B</b>		
<i>A<sub>3</sub> B<sub>4</sub></i> = <i>Amaranthus spinosus</i> L.-50% control+50% agua desionizada	2,33 A	3,00 A
<i>A<sub>3</sub> B<sub>3</sub></i> = <i>Amaranthus spinosus</i> L.-75% control +25% agua desionizada	2,00 B	3,00 A
<i>A<sub>1</sub> B<sub>3</sub></i> = <i>Rottboellia exaltata</i> L. F -25% control+75% agua desionizada	1,00 C	1,00 D
<i>A<sub>1</sub> B<sub>4</sub></i> = <i>Rottboellia exaltata</i> L. F -50% control+50% agua desionizada	1,00 C	1,00 D
<i>A<sub>1</sub> B<sub>3</sub></i> = <i>Rottboellia exaltata</i> L. F -75% control +25% agua desionizada	1,00 C	1,00 D
<i>A<sub>2</sub> B<sub>3</sub></i> = <i>Oriza sativa</i> -75% control +25% agua desionizada	1,00 C	1,00 D
<i>A<sub>4</sub> B<sub>3</sub></i> = <i>Sorghum arundinaceum</i> -25% control+75% agua desionizada	1,00 C	1,00 D
<i>A<sub>4</sub> B<sub>4</sub></i> = <i>Sorghum arundinaceum</i> -75% control +25% agua desionizada	1,00 C	1,00 D
<i>A<sub>3</sub> B<sub>2</sub></i> = <i>Inacan</i> L.-25% control+75% agua desionizada	1,00 C	0,67 E
<i>A<sub>3</sub> B<sub>4</sub></i> = <i>Inacan</i> L.50% control+50% agua desionizada	1,00 C	1,67 C
<i>A<sub>3</sub> B<sub>3</sub></i> = <i>Inacan</i> L.-75% control +25% agua desionizada	1,00 C	2,00 B
<i>A<sub>1</sub> B<sub>2</sub></i> = <i>Rottboellia exaltata</i> L. -10% exudado+90 agua desionizada (solución control)	1,00 C	0,67 E
<i>A<sub>2</sub> B<sub>4</sub></i> = <i>Oriza sativa</i> -50% control+50% agua desionizada	0,67 D	1,00 D
<i>A<sub>4</sub> B<sub>4</sub></i> = <i>Sorghum arundinaceum</i> -50% control+50% agua desionizada	0,67 D	1,00 D
<i>A<sub>3</sub> B<sub>2</sub></i> = <i>Inacan</i> L.-10% exudado+90 agua desionizada (solución control)	0,67 D	1,00 D



grano de cacao, el análisis estadístico de los datos a los ocho días de aplicación no encontró diferencias para el factor A y B; no así para y la interacción de A x B donde se evidenció diferencia entre los tratamientos. En la aplicación a los 15 días, la prueba estadística expresó diferencia para el factor A, B e interacción A x B. El efecto visual se presentó como un retardo en el crecimiento, en todo caso se deja sentado que fue la especie *Amaranthus spinosus* L. con 50% de la solución control más 50% de agua desionizada la que alcanzó mayores promedios en la primera y segunda aplicación con valores de 2,33% y 3,00% de acuerdo a la escala de Alam, lo cual interpretando la mencionada escala corresponde a un daño moderado. (Cuadro 4, figura 2)



**Figura 2. Efecto Fitotóxico del exudado de cacao en plántulas de *Amaranthus spinosus***

Un análisis general deja entrever que en el ensayo de laboratorio las pruebas de germinación sometidas a evaluación y análisis determinaron que el exudado del grano de cacao inhibió la germinación de las semillas de rábano, y en los ensayos de campo el exudado de cacao atomizado con la bomba de mochila actuaba sobre las plántulas de maleza de manera desuniforme causando leves quemaduras y retraso moderado en el desarrollo, ver figura 2; por otra parte el efecto inhibitor sobre las semillas de malezas fue nulo, esto coincide con un trabajo análogo realizado por (Díaz, 2002), donde se observó que el vinagre no fue efectivo para las raíces, a partir de las cuales las plantas siguieron creciendo.

Finalmente los análisis determinaron presencia de Alcaloides (Reacción muy positiva con Dragendorff y Bouchardat), Taninos (Reacción muy positiva con Cloruro de Férrico), Flavonoides (Ligera reacción con Shinoda), Cumarinas (Reacción positiva con fluorescencia UV) y Esteroles (Ligera reacción con Liebermann Bouchard) (Villacrés, 1995). Apariencia líquida turbia; 4,02 % acidez; 3,76 % pH; 1,16 densidad; 8,6 % sólidos totales; 2,03 % cenizas; 13,4 mg fósforo total; 2,24% carbono orgánico. (AOAC, 2005), (Vélez de Avilés, M. 2006). No se observó mortalidad ni signos de intoxicación en los animales roedores. (OECD y EPA, 2000).

### 4. CONCLUSIONES

El análisis e interpretación de los resultados experimentales permite llegar a las siguientes conclusiones:

- El análisis físico del exudado determinó que es una sustancia de apariencia turbia de color beige, olor medianamente alcohólico, 4,02 acidez, 3,76 pH y densidad 1,16; químicamente está compuesto por alcaloides, taninos, flavonoides, cumarinas y esteroides.
- El ensayo de toxicidad aguda no reveló intoxicación en las especies roedoras de acuerdo a las guías internacionales (OECD y EPA).
- La aplicación del exudado sobre las semillas de rábano en laboratorio, expresaron resultados significativos sobre el efecto inhibitor en la germinación, crecimiento de la raíz e hipocótilo, llegando a causar la muerte de las simientes.
- Con la solución control constituida por un 10% de exudado de cacao y 90% de agua desionizada, se logró inhibir el 100% de las semillas de rábano en los diferentes momentos de evaluación (48, 96 y 144 horas).
- El experimento de campo en preemergencia no evidenció el efecto inhibitor esperado sobre las semillas de malezas, como sucedió en el ensayo de laboratorio con semillas indicadoras de rábano.
- En posemergencia el exudado tuvo un efecto fitotóxico moderado, la especie *Amaranthus spinosus* L. con 50% de la solución control más 50% de agua desionizada alcanzó mayores promedios a los ocho y 15 días con valores de 2.33% y 3.00% de acuerdo a la escala de Alam, observándose leve quemadura y moderado retraso en el desarrollo.

### 5. BIBLIOGRAFÍA

- ALAM 1974. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. p. 6 - 12.  
Resumen del panel sobre Métodos para la Evaluación de Ensayos en Control de Malezas en Latinoamérica. II Congreso de ALAM. Cali, Colombia.
- AOAC. 2005. 925.10. Ed. 18, 923.03. Ed. 18, 991.36. Ed. 18. 2001.11. Ed. 18.
- Basaure P. 2009. MALEZAS ALELOPATICAS/Fundamentos. Chile.
- Bejarano F. 2005. Syngenta, la transnacional de contaminación agroquímica. México. Disponible : <http://www.otrosmundoschiapas.org/analisis/>.
- Delorit R. J., 1970. Illustrated Taxonomy manual of weed seeds.
- Díaz P. 2002. Vinager as an organic Weed Killer. Newsletter.
- El Periodico Extremadura, 2009. Científicos extremeños logran el primer bioherbicida del mundo para el camalote. España. Edición Digital.
- Gagneten A. 2002. Efectos del herbicida Paraquat sobre el zooplancton. Iheringia, SÃ©r. Zool. vol.92 no.3 Porto Alegre.

- HOLDRIDGE, L. 1974, Determination of Word Plant Formations Fron Simple Climatic Data Sciencie.
- La Unión Europea. 1998. Estándares de calidad del agua potable. Disponible en : <http://www.lenntech.es/estandares-de-calidad-del-agua>.
- Lorenzi H., 2000. Manual de identificación e de control de Plantas Daninhas. Quinta edición.
- OECD y EPA, 2000. Guías internacionales 423.
- Rodríguez J. LAS MALEZAS Y EL AGROECOSISTEMA. Unidad de Malezas, Departamento de Protección Vegetal, Centro Regional Sur, Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay. Avda.E. Garzón 780, 3584560.
- Vélez de Avilés, M. 2006. Técnicas de Análisis Químico de Alimentos. Guayaquil, Ecuador.
- Villacrés, V. 1995. Bioactividad de Plantas Amazónicas. Editorial ABYA – YALA. Primera edición. Universidad Central del Ecuador. Capítulo Técnico Fotoquímico. Página. 154 – 168.