

EFFECTO DE CUATRO HERBICIDAS PRE-EMERGENTES SOBRE EL
CONTROL DE *Rottboellia cochinchinensis* A NIVEL DE
INVERNADERO EN CUATRO ÓRDENES DE SUELO DEDICADOS
AL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) EN
COSTA RICA

Manrique Blanco Ruiz

Trabajo final de graduación presentado a la Escuela de Agronomía
como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en
Ingeniería en Agronomía

Instituto Tecnológico De Costa Rica
Sede Regional San Carlos
Escuela de Agronomía

2006

EFFECTO DE CUATRO HERBICIDAS PRE-EMERGENTES SOBRE EL
CONTROL DE *Rottboellia Cochinchinensis* A NIVEL DE
INVERNADERO EN CUATRO ÓRDENES DE SUELO DEDICADOS
AL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum Officinarum* L.) EN
COSTA RICA

Manrique Blanco Ruiz

Trabajo final de graduación presentado a la Escuela de Agronomía
como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en
Ingeniería en Agronomía

Instituto Tecnológico De Costa Rica
Sede Regional San Carlos
Escuela de Agronomía

2006

**EFFECTO DE CUATRO HERBICIDAS PRE-EMERGENTES SOBRE
EL CONTROL DE *Rottboellia cochinchinensis* A NIVEL DE
INVERNADERO EN CUATRO ÓRDENES DE SUELO DEDICADOS
AL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*saccharum officinarum* L.)
EN COSTA RICA**

MANRIQUE BLANCO RUIZ

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador

Ing. Agr. Joaquín Durán Mora, M. Sc.

Asesor

Ing. Agr. Roberto Alfaro Portugués, Lic

Asesor Externo

Ing. Agr. Parmenides Furcal B. M Sc.

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sanchez, MAE.

Coordinador
Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Olger Murillo Bravo, M. Sc.

Director Escuela de Agronomía

Dedicatoria

Agradecimiento

Contenido

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
CONTENIDO	VI
LISTA DE CUADROS.....	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE ANEXOS.....	XV
RESUMEN	XVII
ABSTRACT.....	XIX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1 OBJETIVO GENERAL:	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
3.1. Definición de malezas	5
3.2 Importancia de las malezas.....	5
3.3 Pérdidas ocasionadas por las malezas	5
3.4 Periodo Crítico de Competencia.....	7
3.5 Características de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (bur.) W. D. Clayton (Poaceae).....	8
3.5.1 El ciclo biológico de la <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	9
3.5.2 Distribución ecológica ambiental	9
3.6 Definición de herbicida	10
3.6.1 El uso de los herbicidas.....	10
3.6.2 Modo de acción	10
3.6.2.1 Herbicidas de contacto.....	10
3.6.2.2 Herbicidas sistémicos.....	10

3.6.3 Momento de aplicación.....	11
3.6.3.1 Aplicación de pre-siembra	11
3.6.3.2 Aplicación de pre-emergencia	11
3.6.3.3 Aplicación de post-emergencia	11
3.6.4 Comportamiento de los herbicidas en el suelo.....	11
3.6.5 Factores que afectan la permanencia de los herbicidas en el suelo	12
3.6.5.1 Adsorción	12
3.6.5.2 Absorción	13
3.6.5.3 Lixiviación.....	13
3.6.5.4 Volatilización	14
3.6.5.5 Fotodescomposición.....	14
3.6.6 Características de los herbicidas utilizados en este estudio.....	15
3.6.6.1 Hexazinona	15
3.6.6.2 Pendimetalina.....	16
3.6.6.3 Isoxaflutole	16
3.6.6.4 Acetoclor	17
3.7 Suelos de Costa Rica.....	17
3.7.1 Inceptisoles	19
3.7.2 Mollisoles.....	20
3.7.3 Ultisoles.....	20
3.7.4 Vertisoles.....	20
3.8 Grado de efectividad de un herbicida	21
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
4.1 Localización del experimento	22
4.2 Área experimental	22
4.3 Recolección de las muestras de suelo.	23
4.4 Recolección y preparación de las muestras de suelo.	23
4.5 Preparación de las semillas.....	24
4.6 Preparación de las cajas de plástico o unidades experimentales	24
4.7 Siembra de la semilla	25
4.8 Dosificación del producto.	26

4.9 Calibración del equipo de aplicación	27
4.10 Aplicación	27
4.11 Manejo del riego	27
4.12 Descripción del experimento	28
4.13. Diseño experimental y tratamientos	29
4.13.1 Modelo estadístico utilizado:	29
4.13.2 Distribución de las unidades experimentales	29
4.14 Evaluaciones	30
4.15 Variables a evaluadas	31
4.16 Análisis estadístico.....	32
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
5.1 inceptisol	34
5.2 mollisol	42
5.3 vertisol	50
5.4 ultisol	58
5.5 análisis general	66
5.6 costo económico de los productos utilizados	70
6. CONCLUSIONES.....	72
7. RECOMENDACIONES	74
8. LITERATURA CITADA.....	75
9.ANEXOS	78

Lista de Cuadros

Cuadro	Titulo	Página
1.	Características físicas y químicas de los herbicidas utilizados en este estudio _____	15
2.	Clasificación del grado de efectividad de un herbicida en el control de malezas. _____	21
3.	Localidades de recolección de las muestras de suelo. DIECA, 2005 _____	23
4.	Nombre genérico de los herbicidas y la dosis utilizada según el tratamiento. DIECA, 2005 _____	27
5.	Plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera siembra en Inceptisol. Grecia, 2005 _____	36
6.	Plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Segunda Siembra en Inceptisol. Grecia, 2005 _____	37
Cuadro 7.	Peso seco acumulado de plantas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera y Segunda Siembra en Inceptisol. Grecia, 2005 _	39
8.	Plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera siembra en Mollisol. Grecia, 2005 _____	42
9.	Plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Segunda Siembra en Mollisol. Grecia, 2005 _____	46
10.	Peso seco acumulado de plantas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera y Segunda Siembra en Mollisol. Grecia, 2005 ____	47
11.	Plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera siembra en Vertisol. Grecia, 2005 _____	50
12.	Plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Segunda Siembra en Vertisol. Grecia, 2005 _____	53

13. Peso seco acumulado de plantas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera y Segunda Siembra en Vertisol. Grecia, 2005	55
14. Plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera siembra en Ultisol. Grecia, 2005	58
15. Plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Segunda Siembra en Ultisol. Grecia, 2005	61
16. Peso seco acumulado de plantas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera y Segunda Siembra en Ultisol. Grecia, 2005	63
17. Características químicas y físicas de los órdenes de suelo utilizados en este experimento. Grecia, 200	67
18. Comparación económica vrs porcentaje de control de los herbicidas utilizados en la experimentación. Grecia. 2005	70

Lista de Figuras

Figura	Titulo	Página
1.	Invernadero utilizado en el experimento.....	¡Error! Marcador no definido.
2.	Selección y preparación de las semillas de Rottboellia.	24
3.	Preparación de las unidades experimentales “cajas” para la siembra.....	25
4.	Siembra y recubrimiento de la semilla.....	25
5.	Unidad experimental (caja plástica dividida en dos partes) y la distribución de la semilla dentro de la misma.....	26
6.	Microaspersores del sistema de riego utilizado.....	28
7.	Cajas divididas en dos según la etapa o “siembra”.	29
8.	Distribución de los tratamientos en el invernadero.....	30
9.	Porcentaje de control vrs plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 45 dda en Inceptisol. Primera siembra. Grecia, 2005.....	34
10.	Porcentaje de control vrs plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 60 dda en Inceptisol. Primera siembra. Grecia, 2005.....	35
11.	Porcentaje de control vrs plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 75 dda en Inceptisol. Primera siembra. Grecia, 2005.....	36
12.	Porcentaje de control vrs plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 90 dda en Inceptisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.....	38

13. Peso seco de plantas vrs porcentaje de plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis. Evaluación a los 75 dda en Inceptisol. Primera siembra. Grecia, 2005.	39
14. Peso seco de plantas vrs % de plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicida. Evaluación a los 90 dda en Inceptisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.	40
15. Porcentaje de plantas floreadas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro herbicidas. Evaluación a los 60 y 75 dda en Inceptisol. Primera siembra. Grecia, 2005.	41
16. Porcentaje de control vrs plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 45 dda en Mollisol. Primera siembra. Grecia, 2005.	43
17. Porcentaje de control vrs plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 60 dda en Mollisol. Primera siembra. Grecia, 2005.	44
18. Porcentaje de control vrs plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 75 dda en Mollisol. Primera siembra. Grecia, 2005.	45
19. Porcentaje de control vrs plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 90 dda en Mollisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.	46
20. Peso seco de plantas vrs Porcentaje de plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicida. Evaluación a los 75 dda en Mollisol. Primera siembra. Grecia, 2005.	47

21. Peso seco de plantas vrs Porcentaje de plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicida. Evaluación a los 90 dda en Mollisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.....	48
22. Porcentaje de plantas floreadas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro herbicidas. Evaluación a los 60 y 75 dda en Mollisol. Primera siembra. Grecia, 2005.....	49
23. Porcentaje de control vrs plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 45 dda en Vertisol. Primera siembra. Grecia, 2005.....	51
24. Porcentaje de control vrs plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 60 dda en Vertisol. Primera siembra. Grecia, 2005.....	52
25. Porcentaje de control vrs plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 75 dda en Vertisol. Primera siembra. Grecia, 2005.....	53
26. Porcentaje de control vrs plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 90 dda en Vertisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.....	54
27. Peso seco de plantas vrs Porcentaje de plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicida. Evaluación a los 75 dda en Vertisol. Primera siembra. Grecia, 2005.....	55
28. Peso seco de plantas vrs % de plantas sanas de Rottboellia cochinchinesis, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 90 dda en Vertisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.....	56

29. Porcentaje de plantas floreadas de <i>Rottboellia cochinchinesis</i> , bajo cuatro herbicidas. Evaluación a los 60 y 75 dda en Vertisol. Primera siembra. Grecia, 2005.	57
30. Porcentaje de control vrs plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinesis</i> , bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 45 dda en Ultisol. Primera siembra. Grecia, 2005.	59
31. Porcentaje de control vrs plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinesis</i> , bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 60 dda en Ultisol. Primera siembra. Grecia, 2005.	60
32. Porcentaje de control vrs plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinesis</i> , bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 75 dda en Ultisol. Primera siembra. Grecia, 2005.	61
33. Porcentaje de control vrs plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinesis</i> , bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 90 dda en Ultisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.	62
34. Peso seco de plantas vrs porcentaje de plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinesis</i> , bajo cuatro tipos de herbicida Evaluación a los 75 dda en Ultisol. Primera siembra. Grecia, 2005.	63
35. Peso seco de plantas vrs % de plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinesis</i> , bajo cuatro tipos de herbicida. Evaluación a los 90 dda en Ultisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.	64
36. Porcentaje de plantas floreadas de <i>Rottboellia cochinchinesis</i> , bajo cuatro herbicidas. Evaluación a los 60 y 75 dda en Ultisol. Primera siembra. Grecia, 2005.	65

Lista de Anexos

Anexo	Título	Página
	1. Plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas en cuatro tipos de suelos. Primera siembra. Grecia, 2005.....	78
	2. Plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas en cuatro tipos de suelos. Segunda Siembra. Grecia, 2005.	79
	3. Peso seco acumulado de plantas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> bajo cuatro tratamientos de herbicidas en cuatro tipos de suelos. Primera y Segunda Siembra. Grecia, 2005.....	80
	4. Porcentaje de control vrs plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> , bajo cuatro tipos de herbicidas y cuatro órdenes suelos. Evaluación a los 15 dda. Primera siembra. Grecia, 2005.....	81
	5. Porcentaje de control vrs plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> , bajo cuatro tipos de herbicidas y cuatro órdenes suelos. Evaluación a los 30 dda. Primera siembra. Grecia, 2005.....	81
	6. Porcentaje de control vrs plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> , bajo cuatro tipos de herbicidas y cuatro órdenes suelos. Evaluación a los 15 dda. Segunda siembra. Grecia, 2005.....	82
	7. Porcentaje de control vrs plantas sanas de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> , bajo cuatro tipos de herbicidas y cuatro órdenes suelos. Evaluación a los 30 dda. Segunda siembra. Grecia, 2005.....	82
	8. Clase textural y porcentaje de componentes en cuatro órdenes de suelo. Grecia, 2005.	83
	9. ANDEVA del numero de plantas sanas 15 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$	84
	10. ANDEVA del numero de plantas sanas 30 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$	85
	11. ANDEVA del numero de plantas sanas 45 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$	86
	12. ANDEVA del numero de plantas sanas 60 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$	87

13. ANDEVA del número de plantas floreadas 60 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$	88
14. ANDEVA del numero de plantas sanas 75 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$	89
15. ANDEVA del numero de plantas floreadas a los 75 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$	90
16. ANDEVA del numero de plantas sanas 15 días después de iniciada la segunda siembra. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$	91
17. ANDEVA del numero de plantas sanas 30 días después de iniciada la segunda siembra. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$	92
18. ANDEVA del numero de plantas sanas 45 días después de iniciada la segunda siembra. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$	93
19. ANDEVA del peso seco de los tratamientos 75 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log \log_{10}(k)+1$	94
20. ANDEVA del peso seco de los tratamientos 45 días después de iniciada la segunda siembra. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$	95
21. Análisis químico del suelo Ultisol.....	96
22. Análisis químico del suelo Inceptisol.	96
23. Análisis químico del suelo Vertisol.	97
24. Análisis químico del suelo Mollisol.	97

Resumen

El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de cuatro herbicidas pre-emergentes sobre *Rottboellia cochinchinensis* a nivel de invernadero en cuatro órdenes de suelo dedicados al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Costa Rica. Se realizó en las instalaciones de la Estación Experimental de DIECA en la localidad de Santa Gertrudis, cantón de Grecia, entre agosto y el mes de diciembre del 2005.

Se evaluaron cuatro tipos de órdenes de suelo (Inceptisol, Mollisol, Ultisol y Vertisol) de importancia en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica, conjuntamente se evaluaron cuatro tipos de herbicidas pre-emergentes (Pendimetalina, Hexazinona, Acetoclor y Isoxaflutole) y su efecto sobre la maleza *Rottboellia cochinchinensis* y persistencia en el suelo.

Se procedió a realizar la recolección de los distintos tipos de suelo, seguidamente se simularon las condiciones de preparación, para luego sembrar la semilla en lugares predefinidos dentro de la unidad experimental. A cada unidad se le aplicaron los tratamientos aleatoriamente de acuerdo a las dosis expuestas en la metodología. El estudio se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero.

La primera etapa (primera siembra) tuvo una duración de 75 días post aplicación, mientras que la segunda siembra tuvo una duración de 45 días después de realizar la siembra de la semilla a los 45 días después de haberse iniciado el estudio.

Los herbicidas Pendimetalina y Hexazinona se constituyen como los herbicidas con mejores características de residualidad y efectividad sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos analizados. Además estos dos herbicidas mostraron además de un control efectivo de plantas de *Rottboellia cochinchinensis*, con una reducción de la cantidad de biomasa (materia seca) producida, o cero en la mayoría de los diferentes suelos.

Mediante un análisis entre la efectividad / residualidad y el valor económico, el producto Pendimetalina reúne con bastante concordancia estos factores.

Los productos Acetoclor y Isoxaflutole, se presentan como alternativas (aunque no muy viables por la efectividad y costo) para el control de *Rottboellia cochinchinensis*.

Así mismo se determinó que en el periodo que comprende 0 a 30 días no hubo diferencia significativa entre los diferentes tratamientos aplicados con herbicida, además se identificó el herbicida Isoxaflutole como el herbicida de menor eficiencia y residualidad, en base a porcentaje de floración y porcentaje de control.

Palabras claves: herbicida preemergente, ordenes de suelo, *Rottboellia cochinchinensis*

Abstract

1. Introducción

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Costa Rica se ha convertido en una de las actividades empresariales de mayor importancia económica a través de la historia de este país (Chávez 1994).

Esta relevancia económica en el país se debe primordialmente a su carácter de cultivo tecnificado y mecanizado del cual se obtienen productos que forman parte de la dieta básica de la población en donde cuenta con gran popularidad gracias quizás a su variedad de usos.

La producción de este cultivo al igual que muchos requiere de excelentes condiciones edáficas, climáticas, genéticas, nutricionales y manejo de plagas; además requiere de mantener un relativo equilibrio entre los componentes externos e internos del sistema de producción, para hacer de esta una actividad rentable.

En relación con el manejo fitosanitario, las malezas juegan un papel determinante en los rendimientos de la caña; es por esto que el control de malas hierbas en el cultivo es de gran importancia ya que la presencia y desarrollo de estas disminuye significativamente los rendimientos agroindustriales y aumenta los costos de producción (Vargas 1993) (Alfaro 2001).

Dentro de las malezas más limitantes en el cultivo de caña de azúcar, se menciona la especie conocida como caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), la cual presenta un efecto significativo de daño y agresividad (Vargas; 1993), (Alfaro *et al* 2001). Según Días y Paredez (1992), citado por Vargas 1993), (Alfaro 2001) la presencia de *Rottboellia cochinchinensis* en plantaciones comerciales de caña de azúcar en Costa Rica es determinante debido a que un 53% de las áreas de cultivo se encuentran infectadas por esta maleza la cual en los primeros 3 meses puede reducir el rendimiento agrícola hasta en un 65 % de la cosecha en caña planta.

Para el control de malezas existen diferentes métodos, los cuales varían de acuerdo a las condiciones agroecológicas, taxonómicas, reproducción, etapa fenológica de la maleza y del cultivo, siendo el uso de productos químicos o

herbicidas el más difundido y entre ellos los herbicidas preemergentes (Subirós 2000) (Alfaro 2001).

El uso de herbicidas preemergentes para el control de esta maleza en áreas de renovación y en fincas grandes evitan la rápida proliferación de la maleza en las etapas iniciales del cultivo y además permita hacer uso de equipos de control en áreas de retoño donde dicha maleza crece con mayor rapidez y vigorosidad¹.

Costa Rica pese a ser una nación pequeña (52.000 km²) posee gran variación en las características de sus suelos, fundamentada en la variabilidad que presentan los materiales parentales existentes en un relieve heterogéneo, sometido a la influencia en el tiempo de los elementos climáticos y biológicos, en el país es factible encontrar 9 de los 11 órdenes de suelos (Mata 1991).

Considerando la taxonomía de suelos preconizada por el Soil Survey Staff (1990), en el país los órdenes, Inceptisol y Ultisol los que mayoritariamente predominan con un 39% y un 21% respectivamente (Bertsch 1995). Los suelos Vertisoles representan un 2% y los Mollisoles un 1%; aunque en algunos de ellos no son significativas las áreas en el país para el cultivo de la caña de azúcar son de suma importancia debido a que la mayoría están ocupadas por este cultivo (Chavez 1994).

La actividad cañera puede desarrollarse en una amplia diversidad de suelos, los cuales varían en su textura y su origen, por lo que algunos presentan mejores características para un adecuado desarrollo de la caña (Subirós 2000).

En Costa Rica la caña de azúcar se cultiva básicamente en cuatro grupos de suelo como son: Ultisoles, Mollisoles, Inceptisoles y Vertisoles, los cuales poseen particularidades propias como son su estructura, textura, contenido de materia orgánica y sobre todo un sistema coloidal con variada capacidad de retención de las moléculas de los herbicidas aplicados al cultivo. Así mismo se debe considerar el efecto e interacciones que podrían darse entre herbicidas y el suelo de acuerdo a una condición dada, en donde pueden verse afectadas la adsorción, solubilidad, lixiviación, evaporación, transformación y la descomposición de estos (Hance 1980).

¹ Alfaro, R. 2005. Uso herbicidas pre-emergentes. DIECA. Comunicación Personal.

Entre estas características la adsorción es el factor que más profundamente influye en la disponibilidad de los herbicidas para ser absorbidos por las plantas y la persistencia en el suelo. Este proceso es relativamente reversible y depende, entre otras cosas de la estructura molecular del producto herbicida, tipo de suelo (orden), contenido de materia orgánica del suelo, humedad y pH. Es indispensable el valorar y analizar el sistema coloidal de los diferentes órdenes de suelo cultivados con caña de azúcar en Costa Rica. Sin embargo es importante señalar que no se debe considerar la adsorción o retención del herbicida en el suelo del todo negativa por cuanto si un producto no es retenido este posiblemente se lixiviana rápidamente ofreciendo un control efectivo durante muy poco tiempo.

Al depender la adsorción de tantos factores y donde a la vez existen contradicciones entre ellos que impiden prever cual será el comportamiento de un determinado producto aplicado al suelo se hace indispensable el valorar y analizar la aplicación de herbicida.

Un adecuado manejo de las aplicaciones y de herbicidas requiere tomar en cuenta la dosis y el tipo de herbicida además del orden de suelo en el que este se aplica si se desea obtener una mayor efectividad y un menor costo en la aplicación.

Puesto que el abuso de herbicidas pueden tener efectos negativos sobre la fauna y flora del suelo, además estos pueden conllevar a contaminación de aguas subterráneas y superficiales y por ende causar efectos nocivos a especies de animales silvestres y domésticos de importancia para el hombre (Pitty 1997).

2. Objetivos

2.1 Objetivo general:

Evaluar el efecto de cuatro herbicidas pre-emergentes sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* a nivel de invernadero en cuatro órdenes de suelo dedicados al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Costa Rica

2.2 Objetivos específicos:

- Determinar las diferencias en el control de *Rottboellia cochinchinensis* de acuerdo a sus características físico-químicas del herbicida y el suelo.
- Evaluar el efecto letal de los herbicidas mediante la cuantificación del desarrollo de las malezas en un período de 90 días mediante el peso seco.
- Evaluar el posible retraso del desarrollo de la maleza mediante el conteo de días a floración de *Rottboellia cochinchinensis* según el herbicida aplicado y el orden de suelo.
- Evaluar la persistencia de los herbicidas en cada orden de suelo.
- Determinar el herbicida que proporciona el mejor control desde el punto de vista económico.

3. Revisión de literatura

3.1. Definición de malezas

Existen muchas definiciones para referirse a las malezas; sin embargo todas coinciden, en que son plantas que se desarrollan en un lugar no deseado por el hombre. Para Subirós (2000) son aquellas que interfieren en el desarrollo normal del cultivo, debido a que compiten, por luz, agua y nutrimentos, provocando efectos negativos en los rendimientos por áreas.

3.2 Importancia de las malezas

Las malezas son importantes porque tienen efectos negativos sobre las actividades del ser humano, y por los costos en los que se incurren para mantener las poblaciones a un nivel que no reduzca el rendimiento del cultivo, no interfieran con las actividades de los humanos ni causen repulsión a la vista (Pitty 1997). Holm *et al* (1977), citado por Pitty (1997), señala la problemática en los cultivos, a pesar que de las plantas conocidas en el mundo (350,000 especies), únicamente el 2.3 % son consideradas como malezas de importancia económica.

3.3 Pérdidas ocasionadas por las malezas

Se han realizado estudios continuos para evaluar las pérdidas que ocasionan anualmente cada uno de los grupos de plagas (enfermedades, insectos, nematodos, malezas). Estos estudios han llevado a la conclusión que las pérdidas anuales ocasionadas por las malezas exceden de las causadas por cualquiera de los otros grupos. Otros afirman que las pérdidas causadas por las malezas superan a las ocasionadas por los otros grupos en su conjunto (Alemán 1997).

En la caña de azúcar, al existir la presencia de malezas, se ha observado que, en condiciones de libre competencia, la reducción del rendimiento puede oscilar entre el 40 % y el 60 % Subirós (2000).

Según Alemán (1997) las pérdidas causadas por las malezas se pueden dividir en dos categorías:

- a) Pérdidas directas, son aquellas debido a la reducción del rendimiento potencial, que incluye el rendimiento como tal, dificultad para la cosecha, limpieza del producto y la pérdida de calidad que puede experimentar los mismos.
- b) Pérdidas indirectas, son aquellas dentro de las cuales se incluyen los costos de los métodos de control usados, la depreciación de la tierra, etc.

Entre los daños más importantes ocasionados por las malezas en el cultivo de la caña de azúcar están:

- ? Disminución en la población de tallos molederos, en el grosor, en la longitud total del tallo y en los entre nudos, lo cual afecta el rendimiento de sacarosa por unidad de área (Subirós 2000).
- ? Competencia por el agua, la luz y nutrimentos. Las malezas están mejor capacitadas que el cultivo para extraer los elementos del suelo; inclusive se conoce que éstas pueden consumir hasta el 50% del fertilizante aplicado (Subirós 2000).
- ? Entorpecimiento en las labores de cosecha. Las malezas se enredan en los tallos disminuyendo el rendimiento agrícola (Subirós 2000). La presencia de malezas en la plantación representa un obstáculo para la recolección, tanto manual como mecánica del cultivo; debido a que pueden tener pelos urticantes como los que posee *Rottboellia cochinchinensis*, que causa irritación en la piel de los trabajadores reduciendo la velocidad en la recolección (Pitty 1997).
- ? Afecta el cálculo del pago de la caña, al haber un aumento en el porcentaje de materia extraña.
- ? Hospederas de enfermedades e insectos (Subirós 2000).

- ? Incremento en los costos de producción, al aumentar el número de operaciones para mantener limpia la plantación (Subirós 2000).
- ? Renovación periódica del cañal, al disminuir este su vida útil (Subirós 2000).

3.4 Periodo Crítico de Competencia

El periodo crítico de interferencia es definido por Subirós (2000) como ``aquel en el que la plantación debe permanecer sin malezas o con la mínima presencia de ellas para que no se reduzcan significativamente el rendimiento de caña de azúcar y sacarosa por unidad de área``.

Es de importancia considerar que la caña de azúcar al inicio posee un crecimiento lento en comparación a las malezas, por lo que el control que se realice debe dar oportunidad al cultivo para que se de el cierre de la plantación. Este periodo concluye aproximadamente cuando la planta alcanza 90 cm de altura y esta posea 8 a 12 hojas (Subirós, 2000) (Alfaro 2001).

Otro de los aspectos que se deben de tomar en cuenta en la producción de la caña de azúcar es el tipo de plantación que se tenga y el ciclo, en ciclos de 12 meses este puede ser caña planta con periodos entre los 15 y 120 días, para caña soca este periodo puede ser entre 15 y 90 días; en ciclos de 12-18 meses este puede ser caña planta con periodos entre los 30 y 150 días, para caña soca este periodo puede ser entre 30 y 120 días, para ciclos de 20 meses este puede ser caña planta con periodos entre los 30 y 180 días, para caña soca este periodo puede ser entre 30 y 150 días (Subirós, 2000).

Algunos de los factores que determinan el periodo crítico de interferencia según Subirós (2000) son los siguientes:

- ? Características agro-ecológicas de la región.
- ? Tipo de siembra (nueva, retoño).
- ? Variedad cultivada.
- ? Densidad de tallos.
- ? Condiciones ambientales.
- ? Tipo de malezas predominantes.

3.5 Características de *Rottboellia cochinchinensis* (bur.) W. D. Clayton (Poaceae)

Esta maleza se considera una de las 20 malezas más agresivas a nivel mundial. En América tropical se ha extendido aceleradamente debido a la gran cantidad de semillas que produce y la rapidez con que se desarrolla (Vargas 1993).

Es una de las malezas más importantes por sus efectos y propagación en las plantaciones de caña de azúcar en Costa Rica (Alfaro *et al* 2001) (Alfaro 2001).

Según Vargas (1993), citado por Alfaro y colaboradores (2001), la presencia de esta maleza en las plantaciones de caña de azúcar durante los tres primeros meses, redujo los rendimientos hasta en un 65% de la cosecha, con pérdidas de 0.75 a 1 tonelada de azúcar por hectárea.

Si la *Rottboellia* o “caminadora” se encuentra presente el promedio de las pérdidas que ocasiona a la caña de azúcar es de 10-15 % en Cuba, mientras que la competencia durante todo el ciclo puede reducir a la mitad los rendimientos (La O *et al.* 1984 citado por Labrada *et al* 1996). En Louisiana, un período igual de competencia de la caminadora redujo la producción de tallos aptos para moler de la caña de azúcar, la producción de caña y de azúcar en 34 %, 42 % y 43 %, respectivamente (Lencse y Griffin 1991 citado por Labrada *et al* 1996).

El combate de ésta maleza por medio de herbicidas puede basarse en umbrales económicos, por ejemplo en Cuba, este umbral es equivalente a 5 plantas de la caminadora/m² (6-8% de cobertura de la maleza) durante los primeros 30 días después de la siembra (La O *et al.* 1992 citado por Labrada *et al* 1996).

? Planta

Es anual y de tallo erecto que puede alcanzar 3 metros de altura. En la base del tallo se forman raíces adventicias y gran cantidad de macollas.

? Hojas

Son de pubescencia áspera. Miden 3 centímetros de ancho y hasta 60 centímetros de largo.

? **Inflorescencia**

Es terminal o axilar. La espiga es cilíndrica y compacta, de aproximadamente 10 centímetros de largo. La espiga se hace más delgada hacia el ápice, y está compuesta de entrenudos, cada uno contiene una semilla fértil. Al germinar la semilla, el entrenudo puede permanecer adherido a la raíz, característica que hace las plántulas de esta especie de fácil reconocimiento. Una planta puede producir más de 3000 semillas (Thomas 1970, citado por Labrada *et al* 1996).

3.5.1 El ciclo biológico de la *Rottboellia cochinchinensis*

La fase de germinación tiene una duración de 8 a 10 días y un desarrollo vegetativo hasta la floración que puede variar de 45 a 55 días seguidos de la fructificación en un lapso de 10 a 20 días, con un tiempo promedio de 85 días desde la germinación a la fructificación (Gómez 1985, citado por Vargas 1993). Según De la Cruz *et al* (1992), citado por Vargas (1993), bajo condiciones favorables *Rottboellia cochinchinensis* germina a los 3 o 4 días luego de sembrada.

3.5.2 Distribución ecológica ambiental

La caminadora normalmente se le encuentra en más de 30 países de clima cálido de América, África, Asia y Oceanía. (Labrada *et al* 1996). La *Rottboellia cochinchinensis* según de la Cruz *et al* (1992) citado por Alfaro *et al*, (2001), se desarrolla en altitudes ubicadas entre los 0 y los 850 metros sobre el nivel del mar (msnm) y se encuentra distribuida en las regiones del Pacífico, Atlántico y Zona Norte. En la región Pacífico es donde se encuentra más distribuida extendiéndose desde Guanacaste hasta el cantón de Corredores en la Zona Sur.

Se puede desarrollar en suelos francos, limosos y arcillosos, aunque diversos autores indican que es más común en suelos arcillosos (Alán *et al*. 1995; Thomas 1970, Labrada 1990 citado por Labrada *et al* 1996).

3.6 Definición de herbicida

Se entiende por herbicida toda aquella sustancia que al entrar en contacto con las plantas, perjudica su metabolismo en tal grado que les ocasiona la muerte o inhiben su crecimiento (Alemán 1997) (García, Fernandez 1991).

3.6.1 El uso de los herbicidas

El empleo de preparados químicos para la destrucción de las malezas aumenta cada vez más. Debido en gran parte a la falta y carestía de la mano de obra y por otro lado al constante progreso de la química orgánica y los descubrimientos de productos nuevos (Alemán 1997).

Los herbicidas como productos químicos se encuentran expuestos luego de la aplicación a un proceso continuo de degradación, en los que participan diversos factores, entre los que sobresalen el clima y el suelo. Estos procesos de degradación pueden ser lentos o acelerados dependiendo de la distribución del producto en el suelo, la dosis utilizada, y las diversas reacciones químicas y bioquímicas que se establecen y operan en los diferentes tipos de suelo (Alfaro, *et al* 2001). (Alfaro 2001)

3.6.2 Modo de acción

Los herbicidas se pueden clasificar según su modo de acción en herbicidas de contactos y sistémicos (García, Fernandez 1991).

3.6.2.1 Herbicidas de contacto

Son los herbicidas que luego de penetrar en el área foliar de la planta se depositan en o cerca del sitio de absorción y además actúan en ese lugar. Estos productos matan los tejidos de la planta donde caen (Alemán 1997).

3.6.2.2 Herbicidas sistémicos

Estos productos son absorbidos por las hojas y por la raíz, y una vez dentro de las plantas se distribuye por todos sus órganos y eliminan a la planta completa (Garro 2002).

3.6.3 Momento de aplicación

Según el momento en que se aplican los herbicidas, los tratamientos pueden ser de: pre-siembra, pre-emergencia y post-emergencia (García, Fernandez 1991).

3.6.3.1 Aplicación de pre-siembra

Una vez que el suelo se ha preparado, el herbicida se aplica antes de la siembra o plantación. Se puede realizar de dos formas (Alemán 1997).

? Presiembra incorporada

Son los herbicidas que se aplican después de la labranza y se incorporan con la última pasada de rastra a profundidades que varían entre 5 y 10 cm, porque son fotodegradables o muy volátiles (Garro 2002).

? Preplantación

Consiste en promover la germinación de las especies competidoras con un riego o con el agua de lluvia. Una vez que se observa un brote uniforme se utiliza un herbicida total (Garro 2002).

3.6.3.2 Aplicación de pre-emergencia

El tratamiento se aplica al momento de la siembra o después de la siembra pero antes que emerjan las malezas. La aplicación puede ser de pre-emergencia a ambos –malezas y cultivos o de pre-emergencia a uno de ellos. Es un tratamiento muy útil porque protege al cultivo durante la época crítica (Alemán 1997) (García, Fernandez 1991) (Alfaro 2001).

3.6.3.3 Aplicación de post-emergencia

La aplicación del producto se realiza después de la germinación de las malezas y del cultivo (Alemán 1997) (García, Fernandez 1991).

3.6.4 Comportamiento de los herbicidas en el suelo

Los herbicidas aplicados al suelo deben permanecer en la concentración suficientemente alta para que controlen las malezas, por lo menos durante el período crítico de competencia (Pitty 1997). Las características del suelo afectan

directamente las aplicaciones de estos herbicidas, desarrollando un complicado y variante dinamismo con cada uno de los componentes del suelo, tales como: minerales, humus, sustancias disueltas, atmósfera del suelo, microorganismos, animales y vegetales (Alemán 1997).

3.6.5 Factores que afectan la permanencia de los herbicidas en el suelo

La molécula de los herbicidas no sufre cambios químicos, sin embargo su estado físico puede ser diferente; estos cambios pueden tener consecuencias directas en el control de las malezas y su residualidad (Pitty 1997). Los principales factores que determinan la permanencia de los herbicidas en el suelo son: adsorción, lixiviación, volatilización y absorción del herbicida (García y Fernandez, 1991).

3.6.5.1 Adsorción

Es la atracción física y química de una sustancia a una superficie (Alemán 1997) (García, Fernandez 1991). En el caso de las moléculas del herbicida y los iones quedan adheridos a la superficie de los coloides del suelo, debido a la atracción eléctrica entre ambos (Pitty 1997). Los coloides orgánicos corresponden a la materia orgánica y los coloides inorgánicos a las arcillas.

? La arcilla

Tiene una forma definida y es pegajosa cuando está húmeda, con una amplia superficie de exposición. Las arcillas tienen principalmente cargas negativas, que permite atraer moléculas de herbicida con cargas positivas. Las arcillas más comunes son la caolinita y la montmorillonita (Pitty 1997).

En los herbicidas del grupo de las triazinas la carga eléctrica de la molécula que predomina depende del pH del suelo. En los suelos ácidos, predomina la forma catiónica y el herbicida es adsorbido por las arcillas. En el caso de las dinitroanilinas, son neutrales y no tienen carga eléctrica bajo ningún pH (Pitty 1997) (García, Fernandez 1991)

Los suelos con altos contenidos de arcillas requieren más herbicidas para tener actividad herbicida, debido a que parte de la sustancia es adsorbida y no disponible (Alemán 1997).

? **La materia orgánica**

El producto de la descomposición de la materia orgánica se llama humus, el cual está formado por los residuos de animales y plantas. La materia orgánica tiene en su mayoría cargas negativas (Pitty 1997).

La superficie de contacto de la materia orgánica es mayor que la superficie de las arcillas y en consecuencia su capacidad de adsorción es mayor. En suelos con altos contenidos de materia orgánica, es necesario realizar aplicaciones con cantidades mayores de herbicida para obtener una misma efectividad (Alemán 1997).

3.6.5.2 Absorción

Los herbicidas aplicados al suelo requieren ser absorbidos por la raíz o el brote de la planta. Las semillas también pueden absorber herbicida (Pitty 1997).

Las plantas absorben el herbicida por la raíz o los pelos junto con el agua que va hacia el interior. El agua penetra con el flujo de masa y se mueve en el apoplasto (Pitty 1997).

La absorción por el brote ocurre al estar expuesto a los vapores o la solución del suelo que contiene herbicida. En el caso de algunos herbicidas como el alaclor y metolachlor, son muy absorbidos por el coleóptilo, el cual protege el brote y permanece intacto mientras está bajo el suelo (Pitty 1997).

En las semillas el herbicida puede también estar adsorbido a la testa de la semilla y ser absorbido cuando empieza la germinación (Pitty 1997).

3.6.5.3 Lixiviación

La lixiviación se refiere al movimiento del herbicida a través del perfil del suelo, debido al movimiento del agua. El agua es importante en la retención del herbicida debido a que es el solvente para el herbicida y es un soluto que compete con los sitios de adsorción en la superficie de los coloides del suelo (Pitty 1997).

La mayoría del herbicida se mueve hacia abajo por la fuerza de gravedad, pero también se mueve hacia los lados o hacia arriba. El movimiento hacia arriba ocurre cuando el agua se evapora en la superficie del suelo, y el agua y el herbicida disueltos en ella se mueven por capilaridad hacia la superficie del suelo. La lixiviación puede determinar el éxito o el fracaso de una aplicación de herbicida (Pitty 1997).

La lixiviación afecta el control de las malezas. Los herbicidas aplicados en preemergencia deben ser activados para que pueda controlar las malezas. El movimiento del herbicida de la superficie al interior del suelo, es necesario para que pueda matar las malezas que germinan (Pitty 1997).

Entre los factores que afectan la lixiviación podemos mencionar, la adsorción del herbicida en el suelo, la solubilidad del herbicida en el agua y de la cantidad de agua que pasa por el perfil del suelo (Pitty 1997) (García, Fernandez 1991).

3.6.5.4 Volatilización

La volatilización es el paso del herbicida de la fase líquida a la fase gaseosa y depende principalmente de la tasa de evaporación del herbicida. La dispersión del vapor formado depende del movimiento o turbulencia del aire (Pitty 1997). La volatilización del herbicida depende de su presión de vapor, pero también de la adsorción y su solubilidad. Con altos niveles de humedad, se aumenta la volatilización del producto debido a la competencia del agua por sitios de adsorción (Alemán 1997).

3.6.5.5 Fotodescomposición

La descomposición por la luz es un proceso que se inicia cuando la molécula del herbicida absorbe energía lumínica, causando excitación de un electrón y produciendo un rompimiento o formación de enlaces químicos (Alemán 1997) (García, Fernandez 1991).

3.6.6 Características de los herbicidas utilizados en este estudio

Cuadro 1. Características físicas y químicas de los herbicidas utilizados en este estudio.

Nombre		Estructura	FM	PM	Pureza %	Densidad g/ml	Solubilidad	Toxicidad	Análisis de Residuos
Generico	IUPAC								
Acetoclor	2-cloro-N-etoximetil-6-acetoxil-o-tolueno		$C_{14}H_{20}ClNO_2$	269,8	92	1,1221	Agua (0,223 g/l) y en comp. Orgánicos	Oral, inhalación	HPLC
Hexazinona	3-ciclohexil-6-dimetilamino-1-metil-1,3,5-triazina-2,4-(1H,3H)-dione		$C_{12}H_{20}N_4O_2$	252,3		1,25	Agua (33 g/kg) y comp. Orgánicos	Oral, inhalación	HPLC, GC con FID
Pendimetalin	N-(1-etilpropil)-2,6-dinitro-3,4-xileno		$C_{13}H_{19}N_3O_4$	281,3	90	1,19	Agua (0,3 mg/l) y comp. Orgánicos	Oral, inhalación	GC con FID, ECD
Isoxaflutole	5-ciclopropil-1,2-oxazol-4		$C_{15}H_{12}F_3NO_4S$	359,3	98	1,59	Agua	Oral, inhalación	HPLC con UV

Fuente: British, Crop Protection Council 2000.

3.6.6.1 Hexazinona

Se clasifica en el grupo de las Triazinas, su nombre comercial es Velpar 75 WG, de nombre genérico Hexazinona no es volátil. Se aplican en postemergencia y es un inhibidor de la fotosíntesis. El producto no debe utilizarse en suelos muy arenosos o suelos pedregosos ni tampoco en suelos con un contenido de materia orgánica menor del 1%. Su acción de contacto es residual y en suelos pesados se debe usar una dosis mayor que en suelos livianos, donde se recomienda usar una dosis menor del producto (Alfaro 1996).

Las triazinas inhiben la fotosíntesis cuando se acopla a la proteína QB, la cual participa en el transporte de electrones en el fotosistema II (Pitty 1997).

En los herbicidas pertenecientes a este grupo su adsorción a las micelas de arcilla dependen del pH del suelo por presentar cargas positivas, por tal motivo al reducirse el pH del suelo la adsorción aumenta.

3.6.6.2 Pendimetalina

Se clasifica en el grupo de las Dinitroanilinas y uno de sus nombres comerciales es Prowl 50 EC su nombre genérico es Pendimetalina es propenso a la fotodescomposición y una baja volatilización. Su aplicación se realiza en preemergencia y postemergencia temprana, para el control de gramíneas anuales y algunas hojas anchas. En el suelo es adsorbido por las micelas de arcillas tanto en suelos arcillosos así como aquellos con altos contenidos de materia orgánica, reduciéndose así la lixiviación del producto (Alfaro 1996).

Los herbicidas del grupo de las Dinitroanilina, inhiben la mitosis al afectar los microtúbulos, lo que afecta la división celular. Esto resulta en una reducción del largo de las raíces y un hinchamiento de la punta (Pitty 1997). La adsorción de estos herbicidas es mínima al presentar las moléculas carga neutra.

La formulación EC es óptima para preparar mezclas de dos líquidos no miscibles, sin embargo es necesaria la agitación continua. Pueden utilizarse en aguas duras sin ningún problema, son más resistentes al lavado por la lluvia (Acuña 2000).

3.6.6.3 Isoxaflutole

El producto comercial Merlin 75 WG, pertenece a la clase química de los isoxazoles, su nombre genérico es Isoxaflutole. Es un herbicida de acción preemergente de alta efectividad en un amplio espectro de malezas. Presenta doble vía de penetración: hipocótilo y raíz. Además se traslada vía xilema, acumulándose en follaje y meristemas. Inhibe la biosíntesis de carotenoides por lo que la clorofila se destruye por foto-oxidación.²

² Alfaro, R. 2005. Características del Isoxaflutole. DIECA. Comunicación Personal.

3.6.6.4 Acetoclor

Se clasifica en el grupo de las Acetanilidas y unos de sus nombres comerciales es Harness 90 EC. Su nombre genérico es Acetoclor. En las gramíneas se absorben por el coleóptilo y en hojas anchas por las raíces; actúa en el metabolismo de lípidos, la síntesis de proteína y formación de ceras en la cutícula. Estos herbicidas son inhibidores generales del crecimiento, especialmente en la elongación de raíces.

Inhiben la síntesis de lípidos al interferir con el metabolismo de los ácidos grasos, inhibiendo una enzima o interfiriendo con el metabolismo de acetil Coenzima A (Gronwald 1991, citado por Pitty 1997). También inhiben la división celular y el crecimiento (Deal y Hess 1980, citado por Pitty 1997), afectan la síntesis de proteína y formación de ceras de la cutícula.

La formulación EC (concentrado emulsionable) es una formulación líquida homogénea para ser aplicada como una emulsión después de diluirse en agua (Acuña 2000).

3.7 Suelos de Costa Rica

En Costa Rica se han originado una diversidad de suelos en un tiempo relativamente corto. En el país es posible encontrar suelos de nueve órdenes, solo se excluyen los suelos de regiones de características climáticas muy extremas (Aridisoles y los Oxisoles). Dentro de los nueve grupos existentes en el país es posible identificar grupos de interés agropecuario: Entisoles, Inceptisoles, Andisoles, Vertisoles, Alfisoles y Ultisoles (Bertsch 1995).

A pesar de ser una nación pequeña posee una amplia variedad de tipos de suelos los cuales de acuerdo a sus características físico químicas y biológicas se han catalogado en diferentes órdenes o familias de los cuales es posible encontrar 9 de los 11 órdenes existentes en el mundo y que considera la taxonomía de suelos preconizada por el Soil Survey Staff (1990), donde los órdenes Inceptisol y Ultisol son los que mayoritariamente predominan con un 39% y 21% respectivamente.

Ambos suelos son cultivados con caña de azúcar en Costa Rica además de los suelos Vertisoles (2%) y Mollisoles (1%), éstos últimos aunque no son significativas sus áreas. En el territorio nominal para el cultivo de la caña de azúcar son de suma importancia (Mata 1991) (Chaves 1994).

Existen muchas formas de clasificar y estudiar los coloides del suelo según su estructura, composición y sus propiedades nutricionales, sin embargo, en vista de que lo que realmente existen en el suelo siempre es una mezcla de todos ellos, lo más conveniente es analizarlos por grupos de órdenes (Bertsch 1995).

En términos generales los coloides que existen en los suelos de los trópicos pueden agruparse en tres sistemas de intercambio iónico como son el sistema coloidal de aluminosilicatos laminares, en los cuales los coloides son arcillas cristalinas y laminares que solamente tienen carga negativa originada por la sustitución isomórfica de los iones de Si y Al por otros iones de menor valencia, o sea tienen predominantemente carga negativa permanente con muy poca carga variable, producto del contenido de materia orgánica de los bordes rotos de láminas de caolinita. Sistemas como estos son comunes en los trópicos y predominan coloides como Montmorillonita, Illita, Vermiculita, Clorita y son comunes en suelos Vertisoles y Mollisoles (Bertsch 1995).

El sistema coloidal de óxidos son aquellos en los que las partículas coloidales consisten en óxidos de Fe y Al o alofána o aquellos en los que los aluminosilicatos laminares están totalmente cubiertos por revestimientos gruesos y estables de óxidos. En el sistema de óxidos la carga es totalmente dependiente del pH por lo que estos sistemas pueden presentar carga negativa o carga positiva. Los coloides predominantes en estos sistemas son caolinita, alofana, sesquióxidos y coloides orgánicos (Bertsch 1995).

El sistema coloidal de aluminosilicatos laminares revestidos por óxidos es un sistema de intercambio iónico intermedio entre los sistemas anteriores, conteniendo cantidades moderadas de óxidos pero no tienen su área superficial completamente cubierta por ellos. En este sistema conviven coloides de los dos grupos anteriores, en algunos casos los revestimientos consisten en capas finas monomoleculares de óxidos de Fe y Al y en otros casos los óxidos de Al están

prensados entre dos látes de silicatos laminares. Las propiedades de un intercambio catiónico son intermedías entre las de los otros dos sistemas. Su CIC (capacidad de intercambio catiónico) es considerablemente más bajo que en los aluminosilicatos laminares puros debido a que algunas cargas negativas que surgen por sustitución isomórfica están balanceados por cargas positivas netas de los óxidos (Bertsch 1995).

Los revestimientos de óxidos también evitan la expansión y la contracción de los minerales 2:1 cambiando de esa manera sus propiedades físicas drásticamente. En este sistema se encuentran los suelos catalogados como Ultisoles e Inceptisoles.

Los herbicidas con moléculas orgánicas se ven seriamente afectados en su retención (adsorción) y su disponibilidad en la solución del suelo por los diferentes tipos de coloides antes mencionados (Bertsch 1995).

Anualmente los herbicidas son adsorbidos más fuertemente en suelos secos que en suelos húmedos, y los coloides orgánicos que los inorgánicos. Los herbicidas catiónicos son adsorbidos con más fuerza a los coloides minerales (arcillas) que a los coloides orgánicos. Dentro de la fracción mineral del suelo las arcillas tipo montmorillonita (Vertisoles y Molisoles) tiene mucha más capacidad de adsorber iones que las arcillas tipo caolinita (Ultisoles y Inceptisoles) (Bertsch 1995).

3.7.1 Inceptisoles

Es un suelo de inmadurez pedológica, en el cual se puede observar una secuencia de horizontes moderadamente desarrollados, sin embargo en la mayoría de los casos las características que expresa el perfil no son en ningún caso acentuadas. Esto les permite una amplia gama de producción, entre otras la mayor parte del banano y la palma aceitera que se produce en el país, la caña de azúcar, café, granos básicos, ganadería y bosque (Bertsch 1995).

En cuanto a su composición química y mineralógica cambian según el origen, por lo que no predomina ningún material especial, por lo tanto se encuentran mezclas de varios tipos de arcilla y minerales primarios (Bertsch 1995).

3.7.2 Mollisoles

Estos suelos se caracterizan por ser muy fértiles, con un horizonte profundo, de color oscuro, de condición plana, ricos en materia orgánica, con buena estructura, de textura, media, porosos, friables y bien drenados. La capacidad de intercambio catiónico es alta, lo mismo que la saturación de las bases. En algunos casos, muestran deficiencia de fósforo, azufre, zinc y manganeso. Predominan en la región del valle del Tempisque en Guanacaste (Subirós 2000).

3.7.3 Ultisoles

Los suelos más viejos del país pertenecen a este orden y se caracterizan por tener niveles bajos de bases y la formación de un horizonte de acumulación de arcillas aliviadas. El sílice se lava, mientras que el aluminio y hierro se concentran; este último en su forma oxidada le confiere las tonalidades pardos rojizas a estos suelos (Bertsch 1995).

Las arcillas que predominan son las 1:1 en su mayoría caolinita y óxidos de Fe y Al. Las formaciones de puentes de hidrógeno en las 1:1, propician que las partículas se agreguen entre sí dando estructuras más desarrolladas (Bertsch 1995).

3.7.4 Vertisoles

Entre los factores necesarios para dar origen a este tipo de suelo se requiere una zona depresional, que impida el buen drenaje, materiales ricos en Si, Ca y Mg, y de tamaños coloidales. Las arcillas predominantes son las 2:1 del tipo montmorilloníticos, que por sus reacciones de agrietamiento y expansión ante la presencia de agua, favorecen la inversión constante de los materiales hasta aproximadamente un metro de profundidad, por lo que su perfil es de color muy oscuro, muy uniforme y muy arcilloso (Bertsch 1995).

Como se mencionó anteriormente las arcillas montmorillonita son las que dominan y su estructura 2:1, una lamina octaédrica de Al ubicada entre dos laminas de tetraedros de Si, las hacen ser las arcillas más ricas en Si y las que presentan las propiedades coloidales más acentuadas (Bertsch 1995).

En la época de invierno estos tipos de suelos resultan prácticamente impermeables, provocando una serie de dificultades en el movimiento del agua (Bertsch 1998).

3.8 Grado de efectividad de un herbicida

Según De la Cruz (1987), el grado de efectividad de los herbicidas se puede evaluar según la escala del cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación del grado de efectividad de un herbicida en el control de malezas.

Clasificación %	Categoría principal	Descripción detallada categoría
0	Ningún combate	Ningún combate de malezas
10	Combate de malezas pobre	Combate de malezas muy pobre. Algunas plantas con cierta decoloración o detención de crecimiento.
20		Combate de malezas pobre. Plantas con decoloración o con detención de crecimiento.
30		Combate de malezas de pobre a deficiente. Mayor frecuencia de plantas con detención de crecimiento y decoloraciones mas severas que en caso anterior; pero no son duraderas.
40	Combate de malezas moderado	Combate de malezas deficiente. Se pueden encontrar algunas plantas con áreas neuróticas, además de decoloraciones y detención de crecimiento. Las malezas afectadas pueden recuperarse.
50		Combate de malezas de deficiente a moderado. Plantas con áreas necróticas, además decoloraciones y detención del crecimiento los daños son mas duraderos; la recuperaron es dudosa.
60		Combate de malezas es moderado. Los daños sobre las malezas afectadas son permanentes; no existe recuperación.
70	Combate de malezas satisfactorio	Combate de malezas moderado a satisfactorio. Severos daños sobre la población de malezas; muerte de individuos.
80		Combate de malezas satisfactorio a excelente. Población de malezas cerca de la destrucción; pocos individuos sobreviven.
90		Combate de malezas excelente. Sobreviven ocasionalmente individuos.
100	Destrucción total	No sobreviven individuos.

4. Materiales y Métodos

4.1 Localización del experimento

La investigación se realizó en la estación experimental de DIECA (Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar), situada en la localidad de Santa Gertrudis Sur, distrito de San José, cantón de Grecia, provincia de Alajuela, ubicada a 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm), Latitud Norte 10°05`18" y Longitud 84°17`09", con una precipitación anual de 2400 mm y temperaturas promedios de 23 °C, como mínima, 18 °C como máxima de 28 °C. La zona se clasifica como bosque húmedo tropical según Holdridge (1996).

Este trabajo se llevó acabo entre los meses de agosto a diciembre del año 2005. Durante este período experimental se tomaron los datos (variables cuantitativas y cualitativas) de las unidades experimentales.

4.2 Área experimental

El experimento se desarrolló en un invernadero abierto de 102 m² (Figura 1) abierto con techo de dos aguas de policarbonato al -30 % de luz ultravioleta con deflector en la parte superior.



Figura 1. Invernadero utilizado en el experimento.

4.3 Recolección de las muestras de suelo.

Las muestras de suelo fueron recolectadas en cada una de las localidades seleccionadas en donde se cultiva la caña de azúcar (Cuadro 3), y que correspondiera con las características de cada orden de suelo a estudiar; para esta selección se hizo uso del Mapa de Grupos y Subgrupos de Suelos de Costa Rica Escala 1:200 000 del grupo Acon & Asociados (1994).

Cuadro 3. Localidades de recolección de las muestras de suelo. DIECA, 2005.

Localidad de recolección	Orden
Finca de la Cámara de Productores de Caña de Azúcar, Pérez Zeledón	Ultisol
Ingenio Taboga, Cañas, Guanacaste	Vertisol
Ingenio Taboga, Cañas, Guanacaste	Inceptisol
Hacienda La Boa, sector Margarita, Corralillo, Filadelfia, Guanacaste	Mollisol

Además a cada suelo se le realizaron los siguientes análisis como parte de su caracterización:

- Análisis químico completo.
- Determinación de materia orgánica.
- Determinación de la textura en laboratorio.
- Determinación de la densidad aparente.

4.4 Recolección y preparación de las muestras de suelo.

Una vez identificadas las zonas de recolección, las muestras de suelo fueron tomadas mediante la excavación de 15 centímetros de profundidad, e inmediatamente se llenaron cajas de plástico para su posterior transporte a DIECA.

Para la preparación de muestras se procedió a la limpieza de impurezas tales como piedras, ramas y residuos de caña. Además se intentó simular la preparación que se le realiza al suelo en campo por medio de una máquina pulverizadora para mullir el suelo y sarandas.

4.5 Preparación de las semillas

Las semillas de *Rottboellia cochinchinensis* que fueron utilizadas en el ensayo (Figura 2) fueron proporcionadas por DIECA, las cuales fueron obtenidas en áreas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar durante el mes de noviembre del 2004. Asimismo se realizaron pruebas de germinación a estas semillas con el fin de comprobar su viabilidad mediante un ensayo. Se usaron 4 bandejas de polietileno (repeticiones) con 38 espacios cada una donde se sembraron las semillas para determinar su porcentaje de germinación el cual fue de 90.



Figura 2. Selección y preparación de las semillas de *Rottboellia*.

4.6 Preparación de las cajas de plástico o unidades experimentales

Para la preparación de las unidades experimentales (o cajas de plástico), se utilizaron cajas plásticas con dimensiones de 70 cm. de largo, 35 cm. de ancho (0.2485 m^2) y 18 cm. de alto (Figura 3). Posteriormente se procedió a colocar una capa de 2 cm. de arena en el fondo de la misma, con la finalidad de realizar un filtro para evitar el posible lavado de suelo por el fondo de la caja la cual tenía orificios que facilitarían la salida de agua.

Seguidamente se colocó una capa de suelo de 10 cm. de profundidad de cada orden de suelo en cada caja. Asimismo se dividió la caja en dos partes, una de las partes fue utilizada en la primera etapa y la otra parte en la segunda etapa del experimento. Por otro lado, se procedió a inducir la germinación de las

semillas de *Rottboellia* en el suelo por medió de riegos para posteriormente ser eliminadas antes de la siembra, esto para garantizar que se valorara únicamente la semilla sembrada.



Figura 3. Preparación de las unidades experimentales “cajas” para la siembra.

4.7 Siembra de la semilla

Para la siembra de la semilla de *Rottboellia cochinchinensis* se utilizó una mitad de la caja y se procedió a marcar un punto de siembra cada 5 cm. (Figura 4, 5), para un total de 42 semillas depositadas en la primera etapa; una vez colocadas en el sitio seleccionado se colocó una capa de 1 cm. de suelo sobre éstas. En la segunda etapa, realizada 45 días después de la siembra de la primera etapa, se colocaron en la superficie de la otra mitad de la caja otras 42 semillas con la precaución de no disturbar el suelo.



Figura 4. Siembra y recubrimiento de la semilla.

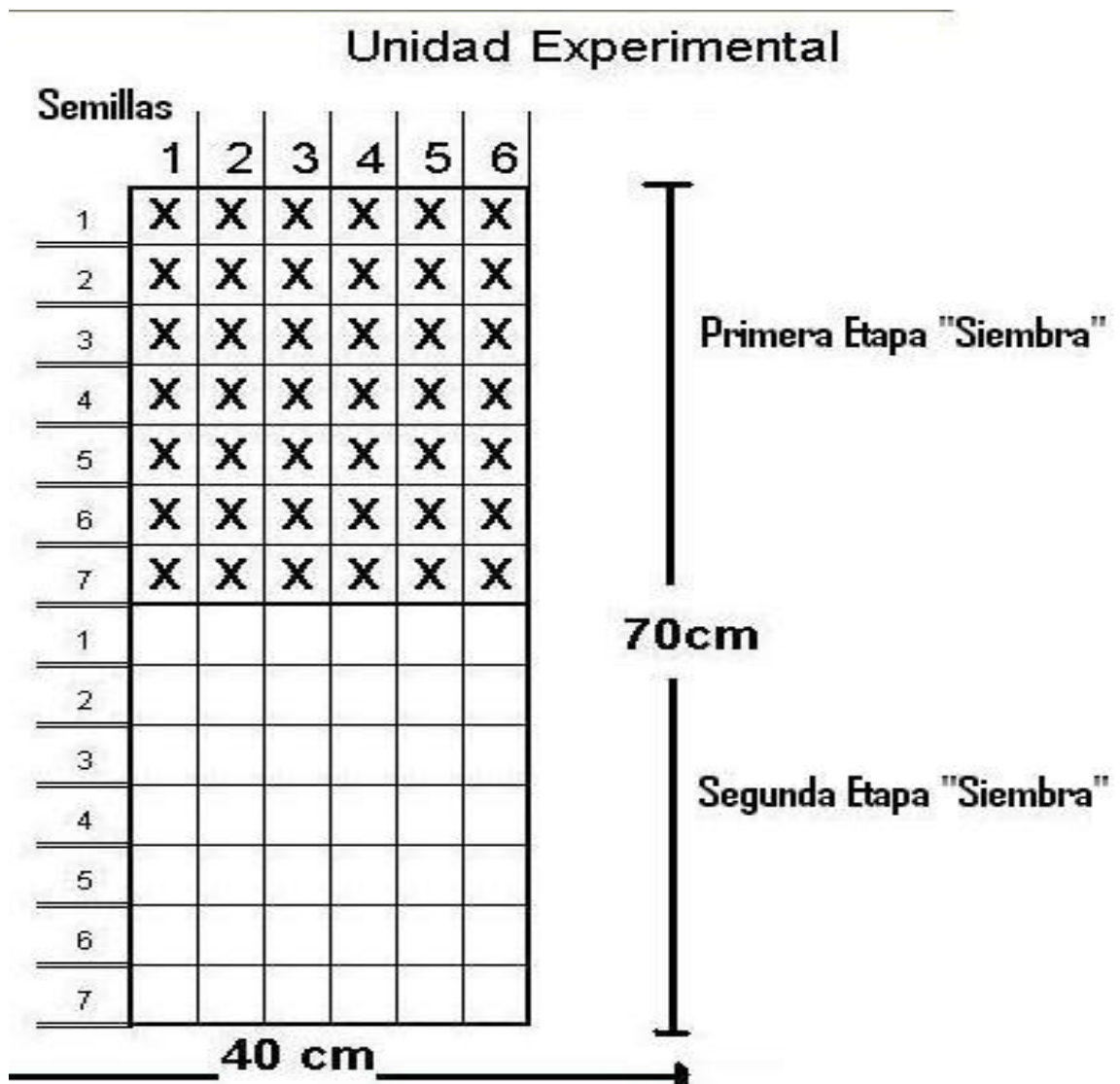


Figura 5. Unidad experimental (caja plástica dividida en dos partes) y la distribución de la semilla dentro de la misma.

4.8 Dosificación del producto.

En el caso de la dosificación de los productos se utilizaron las dosis mínimas recomendadas comercialmente por DIECA (Cuadro 4). Los herbicidas utilizados, así como el ingrediente activo de los mismos, se detallan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Nombre genérico de los herbicidas y la dosis utilizada según el tratamiento. DIECA, 2005.

Nombre Genérico	Nombre Comercial	Dosis DIECA/ha
Hexazinona	Velpar 75 WG	0,75 kg
Pendimetalina	Prowl 50 EC	2,5 l
Isoxaflutole	Merlin 75 WG	0,11 kg
Acetoclor	Harness 90 EC	2,5 l

4.9 Calibración del equipo de aplicación

La aplicación fue realizada por un funcionario de DIECA, en la cual utilizó una bomba de espalda con un regulador de presión de 35 lb y boquilla Tee-Jet 8003, y calibrado para aplicar una descarga de agua de 700 litros por hectárea (l/ha).

4.10 Aplicación

Para la aplicación de cada tratamiento se colocaron 16 cajas en fila, equivalentes a cuatro tipos de suelo con cuatro 4 repeticiones, con el fin de asegurar una adecuada dosificación y la aplicación del producto a todas las cajas que correspondían a cada tratamiento. La aplicación se realizó al día siguiente de la primera siembra.

4.11 Manejo del riego

Debido a que el ensayo fue realizado en condiciones de invernadero, se utilizó un sistema de riego de micro aspersores (Figura 6) con el fin de mantener y regular la humedad del suelo y por ende favorecer la germinación de la semilla sembrada. Este sistema de riego contaba con un regulador (Timer) el cual accionaba el riego automáticamente 3 veces al día durante 6 minutos lo que proporcionaba 6 litros de agua en cada aplicación por cada microaspersor.³

³ Alfaro, R. 2005. Dosificación del Riego. DIECA. Comunicación Personal.



Figura 6. Microaspersores del sistema de riego utilizado.

4.12 Descripción del experimento

Se evaluó el comportamiento de cuatro tipos de herbicidas preemergentes en los cuatro principales órdenes de suelo en la producción cañera de Costa Rica, tomando como referencia el efecto de estos sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis*. El ensayo tuvo una duración de 90 días en donde al final se valoraron las variables establecidas.

El estudio fue dividido en dos etapas de siembra de semilla de *Rottboellia cochinchinensis* (Figura 7), las cuales fueron evaluadas cada una por separado. En la primera siembra se colocaron en la mitad de la caja 42 semillas y se evaluó por un periodo de 90 días. En la segunda siembra (45 días más tarde) se colocaron 42 semillas de la maleza en la otra mitad de la caja; en esta etapa se evaluaron las mismas variables, solo que en esta oportunidad la finalidad fue determinar el grado de residualidad del producto y su efecto sobre la emergencia o deposición tardía de la semilla sobre el sustrato de tierra, partiendo del hecho que se trata de una especie que se caracteriza por tener una germinación escalonada dentro de otras características.



Figura 7. Cajas divididas en dos según la etapa o “siembra”.

4.13. Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental que se utilizó en este experimento fue un irrestricto al azar con arreglo factorial de 4 x 5. Los niveles de los factores fueron cuatro referentes al tipo de suelo y cinco niveles que correspondían a 4 diferentes herbicidas y el Testigo, cada uno de ellos tuvo 4 réplicas para un total de 80 unidades experimentales.

4.13.1 Modelo estadístico utilizado:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + P_j + (N P)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

μ = Media general común.

N_i = Efecto del i ésimo orden de suelo.

P_j = Efecto del j taésimo herbicida.

$(N P)_{ij}$ = Efecto de la interacción del orden de suelo y el herbicida aplicado.

e_{ij} = Error experimental o variación natural.

4.13.2 Distribución de las unidades experimentales

Para la ubicación de las cajas una vez aplicados los tratamientos, los espacios en el invernadero se aleatorizaron y se colocaron según correspondían

(Figura 8). Los tratamientos se distribuyeron en cinco líneas paralelas a la pared del invernadero con 20 cajas cada una (Figura 8).

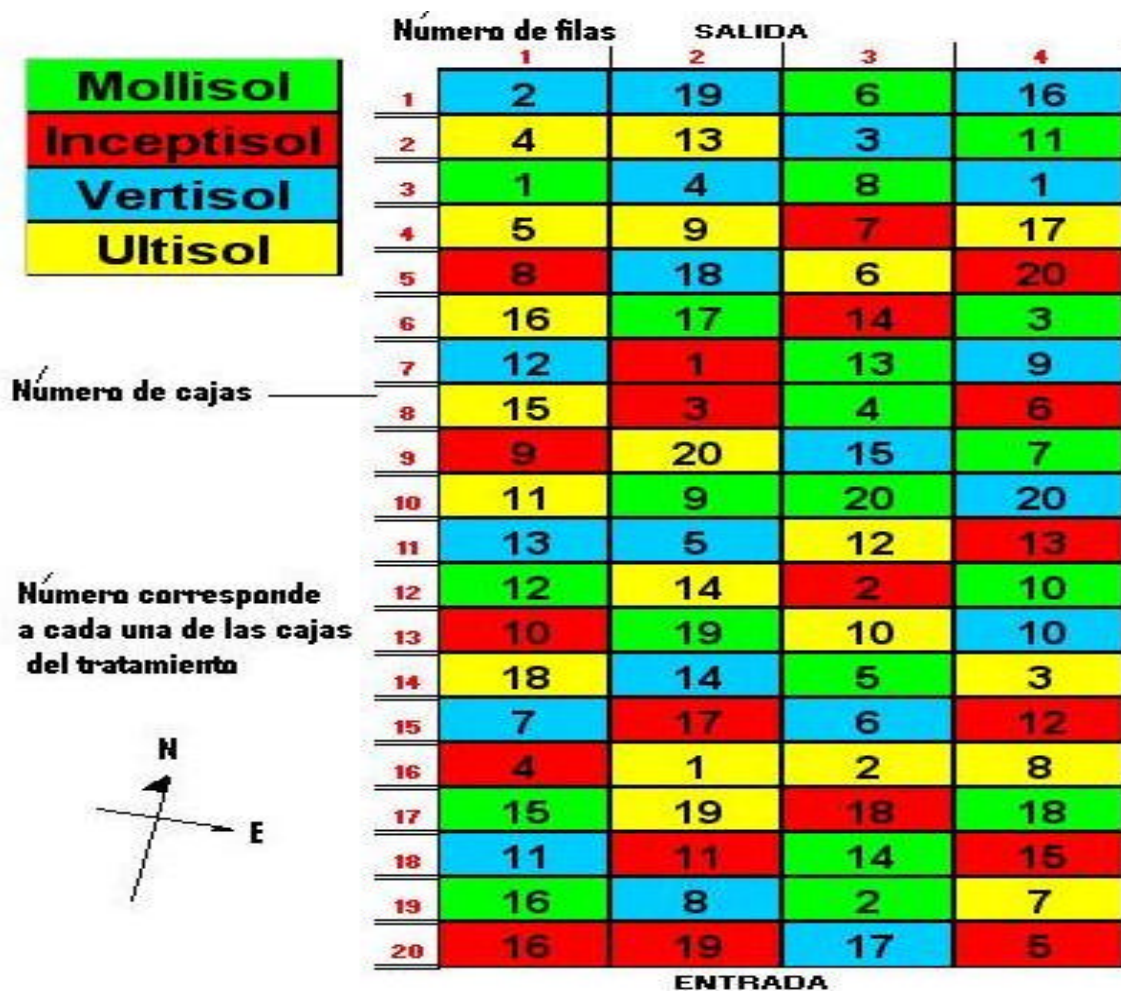


Figura 8. Distribución de los tratamientos en el invernadero.

4.14 Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron bisemanalmente lo largo del periodo del ensayo (90 días). Al concluir el ensayo, se realizaron las evaluaciones complementarias de biomasa, textura y densidad aparente de cada uno de los tratamientos.

Los métodos para determinar las evaluaciones complementarias fueron los siguientes:

a) Biomasa: para determinar la biomasa se procedió a cosechar las muestras seguidamente se colocaron en bolsas de papel y se colocaron en la estufa a 60 centígrados durante 72 horas, luego se procedió a pesar en una romana electrónica con dos cifras significativas.

b) Textura: ésta fue cuantificada determinando los porcentajes de cada uno de los componentes de arcilla, arena y limo mediante la técnica de “Boyucos”.

c) Densidad aparente: para determinar la densidad aparente se procedió a pesar una muestra de suelo húmeda para luego ser pesada una vez seca y aplicar la ecuación matemática para tal fin.

4.15 Variables a evaluadas

Las variables evaluadas en la primera y segunda etapas del experimento son las siguientes.

- a) Porcentaje de control: se valoró a través del número de plantas de *Rottboellia cochinchinensis* que se observan sanas al momento de la evaluación tomando como 100 % el número de plantas sanas en el tratamiento Testigo. Este se determina mediante la siguiente ecuación matemática:

$$\frac{p_{\text{testigo}}}{p_{\text{tratamiento}}} * 100;$$

p_{Testigo} = Es el número de plantas sanas de la maleza presentes en el tratamiento Testigo.

$p_{\text{tratamiento}}$ = Es número de plantas sanas de la maleza presentes en el tratamiento n herbicida.

El conteo se realizó bisemanalmente durante un periodo de 45 días para cada una de las etapas.

- b) Peso seco de la maleza: se valoró a través de la cantidad de biomasa de la maleza producida por cada unidad experimental al final del periodo de 90 días para la primera etapa y 45 días para la segunda etapa después de la siembra. Las plantas fueron cosechadas y depositados en bolsas de papel

y posteriormente colocada en una estufa durante 72 horas a 60 centígrados, después fue pesado en una romana electrónica de 2 cifras significativas.

- c) Porcentaje de plantas sanas: se valoró a través del número de plantas de *Rottboellia cochinchinensis* que se observan sanas al momento de la evaluación tomando como 100 % el número de plantas sanas en el tratamiento Testigo. Este se determina mediante la siguiente ecuación matemática

$$\frac{p_{\text{tratamiento}}}{p_{\text{testigo}}} * 100$$

pTestigo = Es el numero de plantas sanas de la maleza presentes en el tratamiento Testigo.

ptratamiento = Es numero de plantas sanas de la maleza presentes en el tratamiento n herbicida.

El conteo se realizó bisemanalmente durante un periodo de 45 días para cada una de las etapas.

- d) Días a floración de la maleza: corresponde al número de días transcurridos desde la siembra de la semilla hasta que el 50 % de las plantas sanas llegan a floración, se realizará mediante el conteo de plantas florecidas.
- e) Costo económico de los productos utilizados: Es el valor comercial de los herbicidas utilizados con respecto a la dosificación empleada.

4.16 Análisis estadístico.

A la información obtenida en cada una de las variables se le realizó una transformación de $(\log_{10}(x)+1)$ para reducir la varianza con el fin de cumplir el principio de normalidad, seguidamente se le realizó el análisis de varianza (ANDEVA). Debido a que la interacción de éstas fue significativa, se procedió a codificar las variables para posteriormente realizar una prueba de medías (Tukey al 5%), los datos fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, <http://www.spss.com/>).

5. Resultados y Discusión

La discusión de las variables evaluadas se realizó de acuerdo a los órdenes de suelo y a los herbicidas seleccionados para el estudio. Debido a las características de residualidad propias de los herbicidas utilizados (aproximadamente dos meses), el análisis de los resultados se inició a partir de la tercera evaluación que corresponde a los 45 días después de la aplicación (dda).

De acuerdo al análisis de varianza hecho a las diferentes evaluaciones consecutivas realizadas en este estudio (Anexo 1) se observa que tanto a los 45, 60 y 75 días después de la aplicación de los herbicidas se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas entre los diferentes órdenes de suelos y entre los herbicidas aplicados a éstos y al resultado de la interacción entre los suelos y herbicidas en la variable (Anexo 11, 12, 13) de plantas sanas de *Rottboellia* entre estos periodos de evaluación.

En la segunda siembra y en esta misma variable (Anexo 14, 15, 16) tanto a los 30 y 45 días después de dicha siembra se presentaron también diferencias significativas en la interacción órdenes de suelo y herbicidas.

5.1 Inceptisol

Al analizar el número de plantas sanas de *Rottboellia* en los diferentes tratamientos de herbicida aplicados en este suelo respecto al Testigo (sin herbicida), es posible observar que el periodo que comprende 15 a 30 días post aplicación (Cuadro 5) no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los herbicidas aplicados en este orden de suelo utilizado, aunque debe notarse que si existe diferencias significativas entre los diferentes tratamientos y el tratamiento Testigo.

A los 45 días después de la aplicación (Cuadro 5) los tratamientos correspondientes a los herbicidas Pendimetalina y Hexazinona no mostraron plantas sanas, por lo que se presentaron diferencias estadísticas significativas según la prueba de media (Tukey 5%) respecto al tratamiento Testigo (14 plantas) y a los tratamientos correspondientes a Acetoclor (4 plantas) y Isoxaflutole (7.75 plantas).

En cuanto al porcentaje de control, la Hexazinona y Pendimetalina presentaron un 100% de control (Figura 9), mientras que el Acetoclor mostró un 71% de control, siendo la cantidad de plantas sanas un 29%; mientras que el Isoxaflutole presentó un 46% control y un porcentaje de plantas sanas de 54.

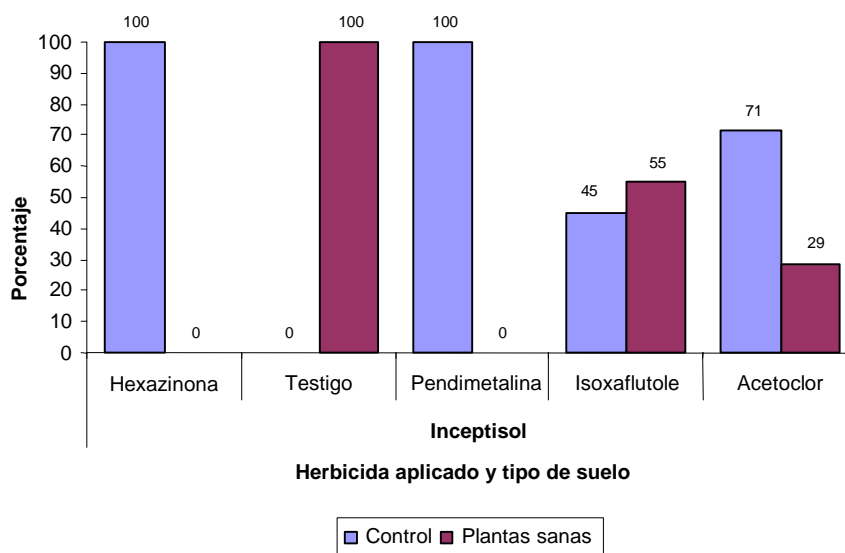


Figura 9. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinesis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 45 dda en Inceptisol. Primera siembra. Grecia, 2005

En la cuarta evaluación (60 días post aplicación) (Cuadro 5) el número de plantas sanas se mantuvo similar a la evaluación anterior, los herbicidas Pendimetalina y Hexazinona continuaron mostrando un control total sobre la maleza, mientras que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento Testigo y el herbicida Isoxaflutole, además no hubo diferencia entre el anterior y el Acetoclor.

De igual forma, el porcentaje de control mostrado por la Hexazinona y Pendimetalina fue de un 100% (Figura 10), mientras que el Acetoclor mostró un 75% de control, % 25 plantas sanas; asimismo el Isoxaflutole presentó un 46% control y 54% de plantas sanas.

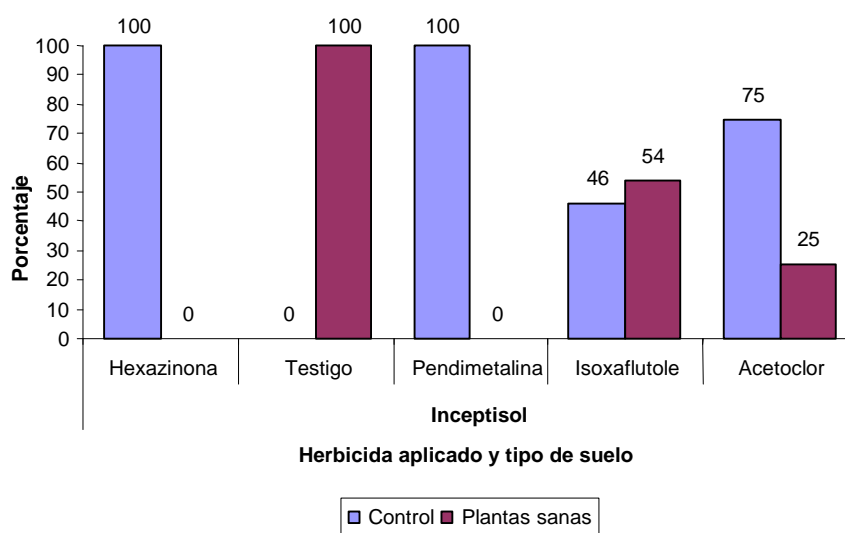


Figura 10. Porcentaje de control vs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinesis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 60 dda en Inceptisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

A los 75 días post aplicación (Cuadro 5) no se presentaron cambios estadísticos en las cantidades de plantas sanas ya que los herbicidas Pendimetalina y Hexazinona no mostraron plantas sanas. De igual forma no hay diferencias significativas entre el tratamiento Testigo (15.75 plantas sanas) y los tratamientos correspondientes a Acetoclor (3.75 plantas sanas) y Isoxaflutole (7.5 plantas sanas).

Cuadro 5. Plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera siembra en Inceptisol. Grecia, 2005.

Tratamientos	Primera Evaluación		Segunda Evaluación		Tercera Evaluación		Cuarta Evaluación		Quinta Evaluación	
	15 dda		30dda		45 dda		60 dda		75 dda	
Inceptisol Acetoclor	0,00	a	0,75	a	4,00	b	4,00	b	3,75	b
Inceptisol Hexazinona	0,00	a	0,25	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
Inceptisol Isoxaflutole	0,50	a	1,25	a	7,75	bc	8,50	bc	7,50	b
Inceptisol Pendimetalina	0,25	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
Inceptisol Testigo	13,00	b	15,50	b	14,00	c	15,75	c	15,75	c

dda= días después de aplicación

Al finalizar esta etapa (Figura 11) la Hexazinona y la Pendimetalina presentaron un excelente control con un 100%, mientras que el Acetoclor mostró un 76% de control, y 24 por ciento de plantas sanas; mientras que el Isoxaflutole presentó un 51% control y 49% de plantas sanas manteniendo un aumento en el porcentaje de control de un 71 a 76% en el herbicida Acetoclor, y de un 45 a 51% de control en el tratamiento que correspondió a Isoxaflutole, ambos en el periodo que comprende entre los 30 a 75 días post aplicación de los tratamientos.

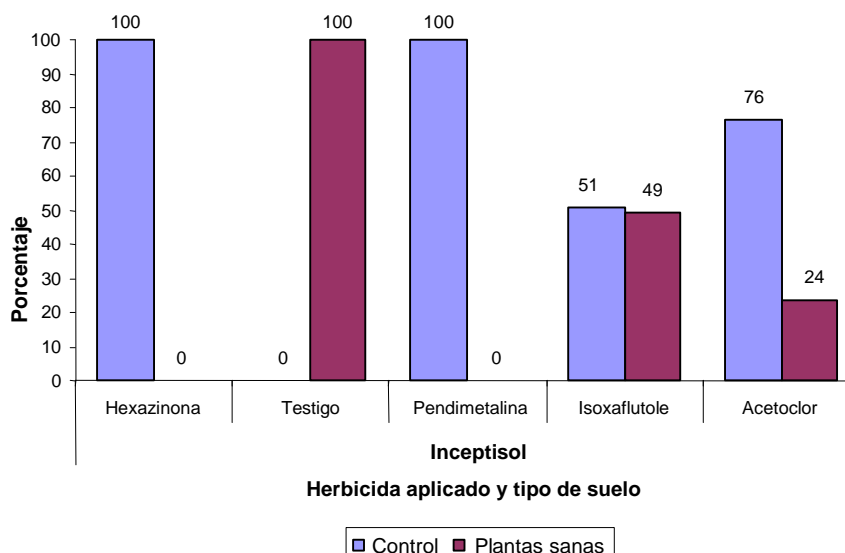


Figura 11. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 75 dda en Inceptisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

En lo que respecta a la segunda etapa o “segunda siembra” de la maleza (Cuadro 6), a los 45 días después de realizada (90 dda), en los diferentes tratamientos no se encontró diferencias estadísticamente significativas según la prueba de medias, sin embargo en el tratamiento en el que se aplicó Hexazinona se obtuvo un porcentaje de plantas sanas de 73, y un control del 27% (Figura 12).

Cuadro 6. Plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Segunda Siembra en Inceptisol. Grecia, 2005.

Tratamientos	Primera	Segunda	Tercera
	Evaluación	Evaluación	Evaluación
	60 dda	75 dda	90 dda
Inceptisol Acetoclor	17,75 A	18,50 a	16,75 a
Inceptisol Hexazinona	17,25 A	13,00 a	11,75 a
Inceptisol Isoxaflutole	16,00 A	18,75 a	15,50 a
Inceptisol Pendimetalina	16,75 A	18,50 a	18,25 a
Inceptisol Testigo	13,00 A	16,00 a	16,00 a

dda= días después de aplicación

En el tratamiento correspondiente a Isoxaflutole el porcentaje de plantas sanas fue de un 97 %; mostrando un 3% de control mientras que los herbicidas restantes el porcentaje de plantas sanas fue de un 100%. Con estos resultados pareciera ser que la residualidad en este suelo se mantiene más tiempo con el herbicida Hexazinona que con los demás.

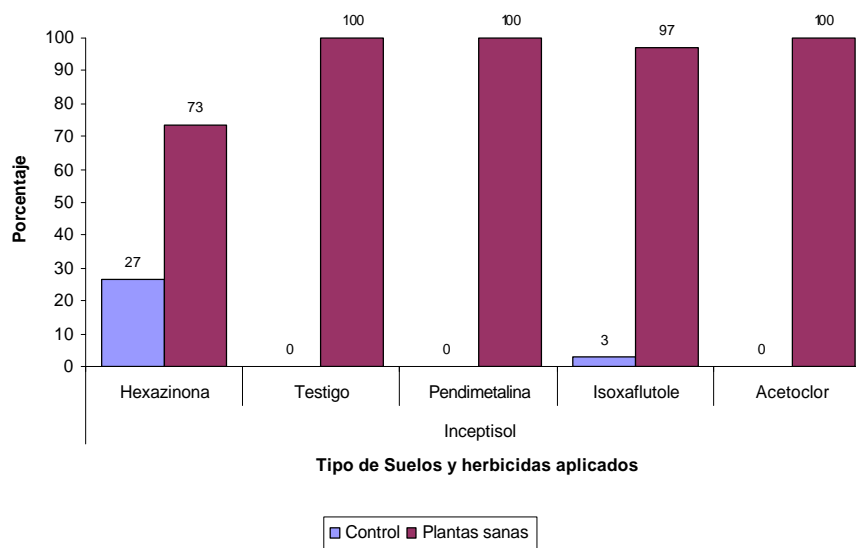


Figura 12. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 90 dda en Inceptisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.

En la variable peso seco obtenido de las malezas sanas al final del experimento en la primera siembra (Cuadro 7) el herbicida Isoxaflutole presentó el mayor peso seco con 41,23 g lo que correlaciona con la mayor cantidad de plantas sanas obtenidas (Figura 13), seguido del herbicida Acetoclor con 18,41 gr, ambos no presentaron diferencias significativas en la prueba de medias respecto al tratamiento Testigo que presentó 59.78 g, caso contrario se dió en comparación a los herbicidas Hexazinona y Pendimetalina los cuales presentaron los valores más bajos en este suelo; y presentando diferencias significativas respecto al tratamiento Testigo, Isoxaflutole y Acetoclor.

Cuadro 7. Peso seco acumulado de plantas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera y Segunda Siembra en Inceptisol. Grecia, 2005.

Tratamientos	Peso Seco (gramos)	
	Primera Siembra	Segunda Siembra
Inceptisol Acetoclor	18,41 b	3,02 a
Inceptisol Hexazinona	0,00 a	2,77 a
Inceptisol Isoxaflutole	41,23 b	1,37 a
Inceptisol Pendimetalina	0,48 a	2,57 a
Inceptisol Testigo	59,79 c	1.98 a

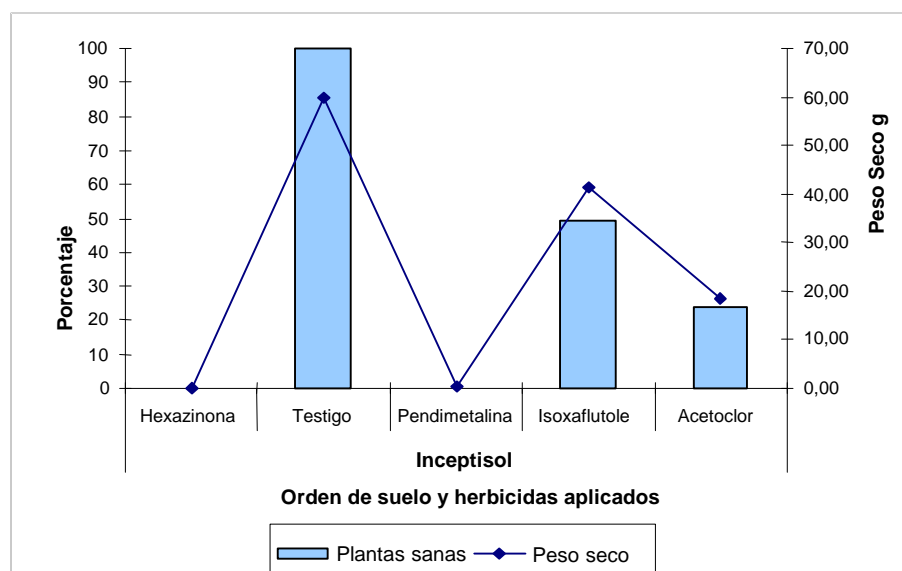


Figura 13. Peso seco de plantas vs porcentaje de plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*. Evaluación a los 75 dda en Inceptisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

En la segunda siembra en el suelo Inceptisol el peso seco obtenido no presentó diferencias estadísticas entre los diferentes herbicidas (Cuadro 7) y los valores obtenidos no estuvieron directamente correlacionados al porcentaje de plantas sanas (Figura 14).

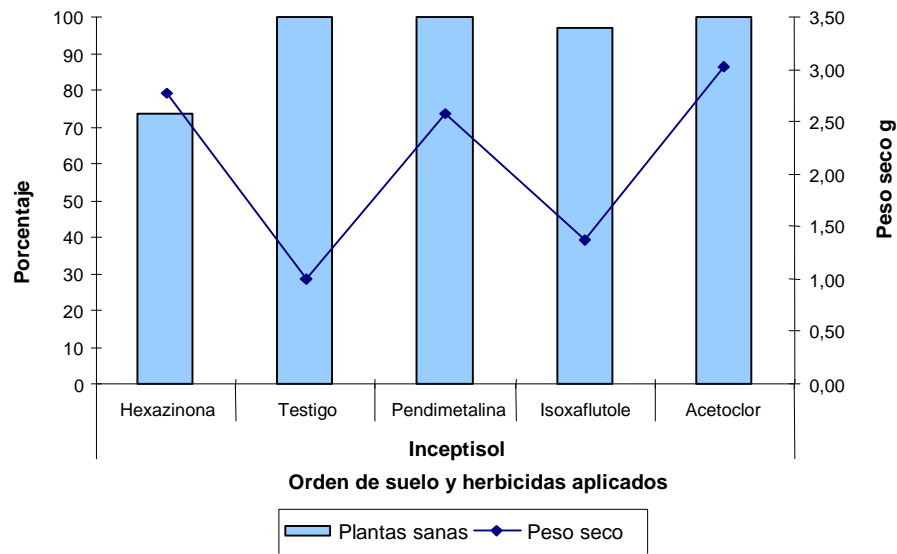


Figura 14. Peso seco de plantas vs % de plantas sanas de *Rottboellia cochinchinesis*, bajo cuatro tipos de herbicida. Evaluación a los 90 días en Inceptisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.

La variable días a floración (Figura 15) muestra que a los 60 días post aplicación (4^{ta} evaluación) se dió un 52% de floración en el tratamiento Testigo, seguido por el tratamiento que correspondió a Isoxaflutole con un 12%. Lo que coloca en desventaja a este herbicida ya que un 12 % de las plantas continúa la producción de semillas debido a un menor control en comparación a los demás tratamientos.

De igual modo a los 75 días post aplicación (5^{ta} evaluación) (Figura 15) el tratamiento Testigo fue el de mayor floración (84%) en este periodo de evaluación. De los tratamientos aplicados, el Isoxaflutole presentó un 68% de floración y el Acetoclor un 60% por lo que podría decirse que el Acetoclor retrasó levemente el inicio de la floración con respecto al Isoxaflutole un 8 %. Los herbicidas Hexazinona y Pendimetalina debido a la eficiencia de un 100% de control de las plantas de *Rottboellia cochinchinesis*, no presentaron floración alguna.

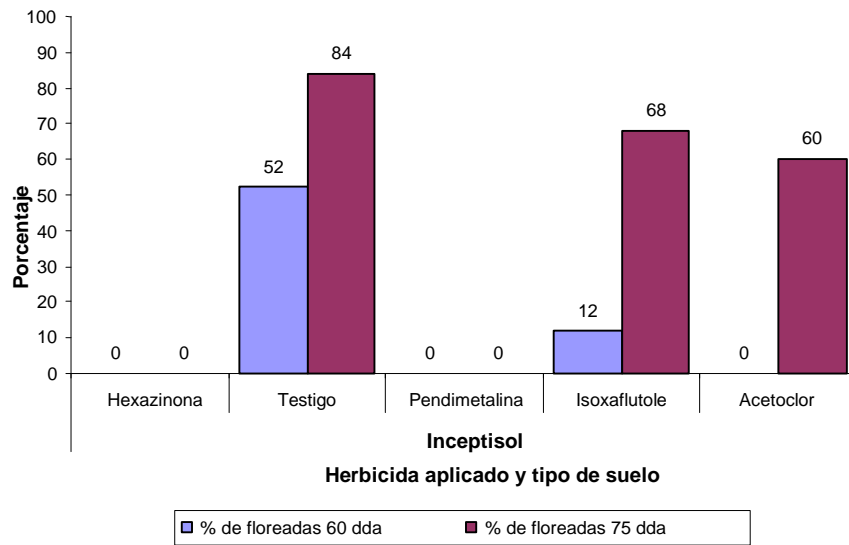


Figura 15. Porcentaje de plantas floreadas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro herbicidas. Evaluación a los 60 y 75 dda en Inceptisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

5.2 Mollisol

De acuerdo al análisis realizado del número de plantas de *Rottboellia* sanas en los diferentes tratamientos de herbicida aplicados en este orden de suelo en relación al Testigo (sin herbicida) es posible observar que el periodo que comprende 15 a 30 días post aplicación (Cuadro 8) solo se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el Isoxaflutole y Testigo respecto a los demás herbicidas (Pendimetalina, Hexazinona y Acetoclor) aplicados.

Cuadro 8. Plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera siembra en Mollisol. Grecia, 2005.

Tratamientos	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta
	Evaluación	Evaluación	Evaluación	Evaluación	Evaluación
	15 dda	30dda	45 dda	60 dda	75 dda
Mollisol Acetoclor	0,00 a	2,25 a	5,00 b	6,00 b	5,75 b
Mollisol Hexazinona	0,00 a	5,75 a	6,25 b	6,50 b	6,25 b
Mollisol Isoxaflutole	4,50 b	7,75 bc	15,00 bc	15,25 bc	14,25 bc
Mollisol Pendimetalina	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Mollisol Testigo	20,50 c	21,50 c	21,5 c	21,75 c	21,75 c

dda= días después de aplicación

A los 45 días después de la aplicación (Cuadro 8) el tratamiento correspondiente al herbicida Pendimetalina no presentó plantas sanas o sea 100% de control, por lo que se presentaron diferencias estadísticas significativas según la prueba de media (Tukey 5%) respecto al tratamiento Testigo (21.5 plantas) y a los tratamientos correspondientes a Acetoclor (5 plantas), Hexazinona (6.25) y Isoxaflutole (15 plantas), además hubo diferencias estadísticas entre el Isoxaflutole y Testigo respecto a los demás herbicidas utilizados.

La Pendimetalina presentó un 100% de control (Figura 16), mientras que el Acetoclor mostró un 77% de control, y un 23 % de plantas sanas, así mismo la Hexazinona presentó un 71% de control, siendo la cantidad de plantas sanas un 29 %; mientras que el Isoxaflutole presentó un 30% control y un 70 % de plantas sanas.

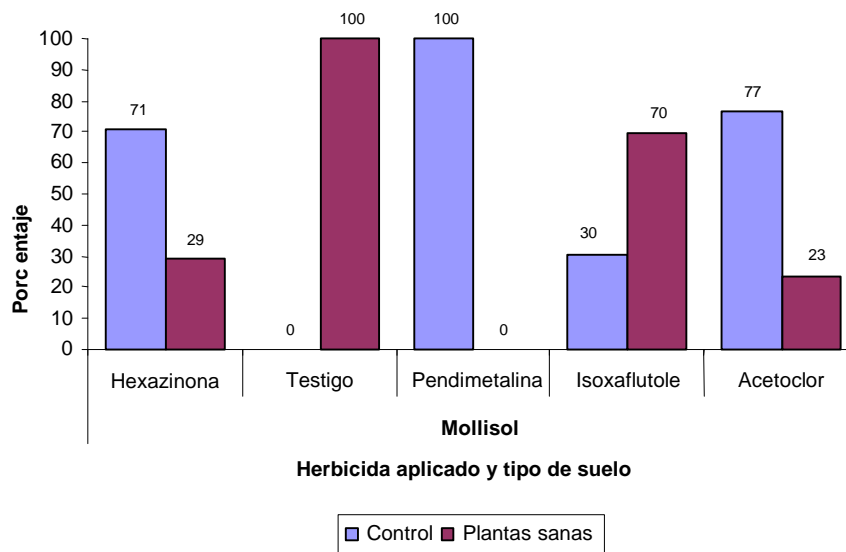


Figura 16. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 45 dda en Mollisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

En la cuarta evaluación (60 días post aplicación) (Cuadro 8) el número de plantas sanas se mantuvo similar por lo que tiene las mismas diferencias significativas que la evaluación anterior, el herbicida Pendimetalina continua mostrando un control total sobre la maleza, mientras que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los herbicidas Hexazinona, Acetoclor e Isoxaflutole, aunque si hubo diferencias en el Testigo respecto al Acetoclor y la Hezaxinona.

De igual forma el porcentaje de control mostrado por la Pendimetalina fue de un 100% (Figura 17), mientras que el Acetoclor disminuyó a un 72% de control, y un 28 % de plantas sanas; de igual modo la Hexazinona disminuyó el porcentaje de control paso de un 71% de control a un 70%, con un porcentaje de plantas sanas de 30%; el Isoxaflutole disminuyó su porcentaje de control a 30% y su porcentaje de plantas sanas fue de 70 %.

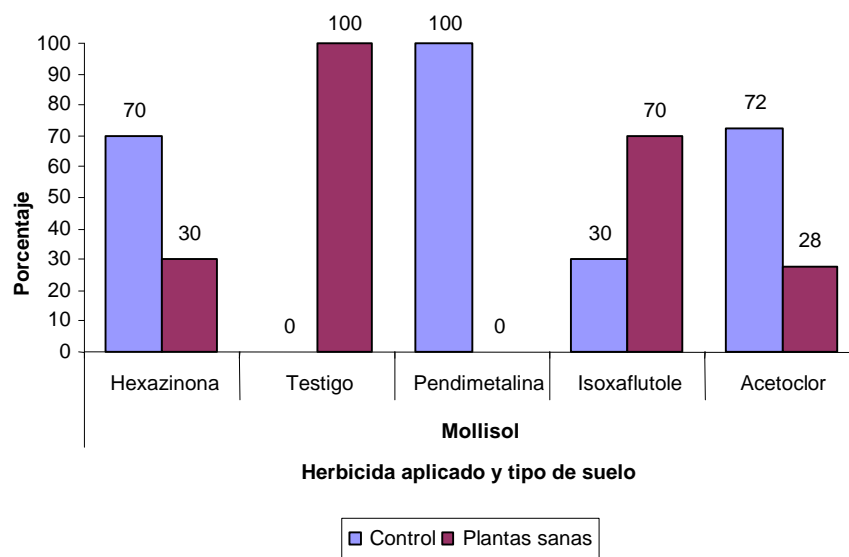


Figura 17. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 60 dda en Mollisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

A los 75 días post aplicación (Cuadro 8) no se presentaron cambios estadísticos significativos en las cantidades de plantas sanas ya que la Pendimetalina continuó mostrando cero plantas sanas. De igual forma no se presentaron diferencias significativas entre el Acetoclor (5.75 plantas sanas), Hexazinona (6.25 plantas sanas) e Isoxaflutole (14.25 plantas sanas), respecto al tratamiento Testigo (15.75 plantas sanas).

Al finalizar esta etapa (Figura 18) la Pendimetalina mantuvo un excelente control con un 100%, mientras que el Acetoclor mostró un 74% de control, siendo el porcentaje de plantas sanas de 26; de igual modo el Isoxaflutole presentó un 34% control y 66% de plantas sanas aumentado levemente su control. Además la Hexazinona aumento levemente su porcentaje de control con un 71% lo que resulta en un 29 % de plantas sanas.

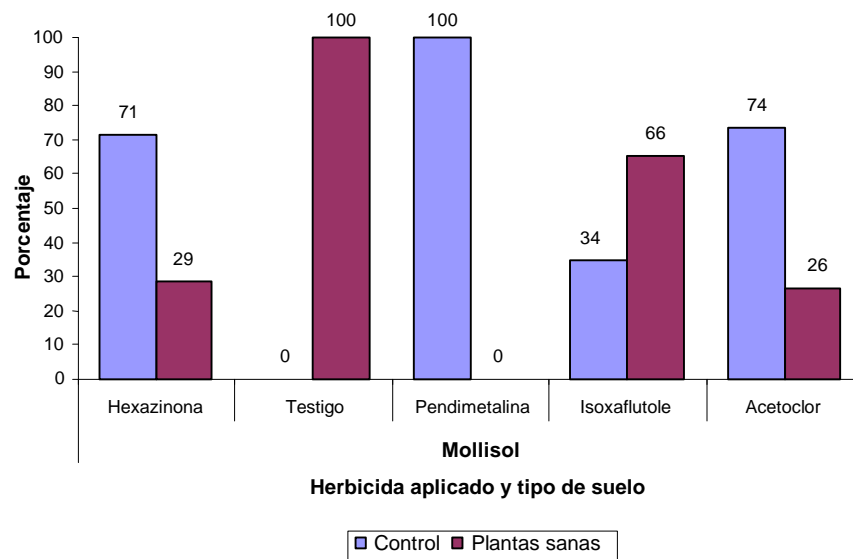


Figura 18. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 75 dda en Mollisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

A los 45 días después de realizada la segunda siembra de la maleza (Cuadro 9), en los diferentes tratamientos no se encontró diferencias estadísticamente significativas según la prueba de medias, sin embargo en el tratamiento en el que se aplicó Hexazinona se obtuvo un porcentaje de plantas sanas de 67, o bien un 33 % de control (Figura 19) seguido por la Pendimetalina la cual ejerció un 22% de control sobre la maleza en este tipo de suelo. En los tratamientos restantes el porcentaje de plantas sanas fue de un 100%; así mismo pareciera ser que en el suelo Inceptisol la residualidad en este suelo se mantiene más tiempo con el herbicida Hexazinona que con los demás.

Cuadro 9. Plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Segunda Siembra en Mollisol. Grecia, 2005.

Tratamientos	Primera Evaluación	Segunda Evaluación	Tercera Evaluación
	60 dda	75 dda	90 dda
Mollisol Acetoclor	25,75 a	26,00 a	25,75 a
Mollisol Hexazinona	24,25 a	19,50 a	19,00 a
Mollisol Isoxaflutole	33,00 a	30,75 a	31,75 a
Mollisol Pendimetalina	23,00 a	22,75 a	22,00 a
Mollisol Testigo	28,25 a	28,25 a	28,25 a

dda= días después de aplicación

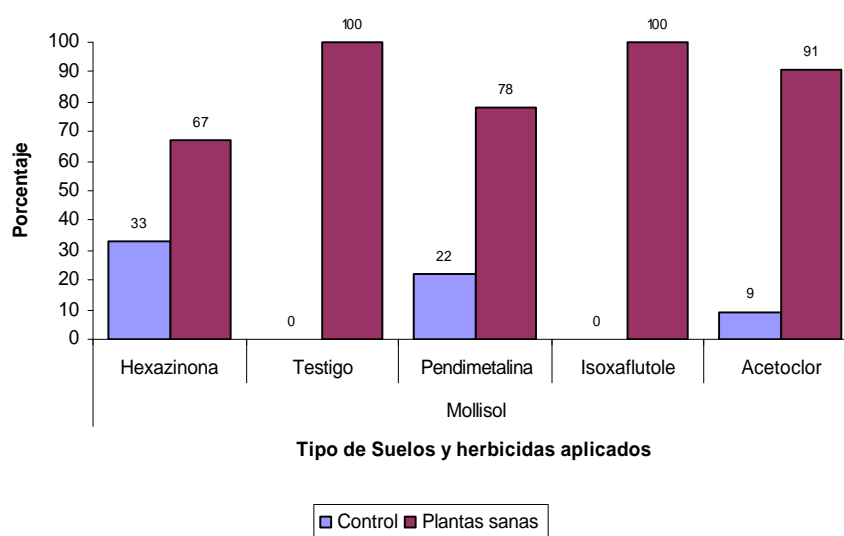


Figura 19. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 90 dda en Mollisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.

En la variable peso seco obtenido de las malezas sanas en los diferentes tratamientos en el periodo que comprende 75 días al final de la primera etapa (Cuadro 10) el herbicida Isoxaflutole presentó el mayor peso seco con 29.46 gr lo que se asocia a la mayor cantidad de plantas obtenidas en los tratamientos en lo que se aplicó herbicida, seguido del herbicida Hexazinona con 18,74 gr, ambos no

presentaron diferencias significativas en la prueba de medias respecto al tratamiento Testigo. Caso contrario se dió en comparación a los herbicidas Acetoclor y Pendimetalina los cuales presentaron los valores más bajos de acumulación de peso seco en este suelo por lo que no hay diferencia estadísticamente significativas entre dichos tratamientos (Figura 20); además si presentaron diferencias significativas respecto al tratamiento Testigo, Isoxaflutole y Hexazinona.

Cuadro 10. Peso seco acumulado de plantas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera y Segunda Siembra en Mollisol. Grecia, 2005.

Tratamientos	Peso Seco (gramos)	
	Primera Siembra	Segunda Siembra
Mollisol Acetoclor	1,70 a	2,18 ab
Mollisol Hexazinona	18,74 a	1,38 a
Mollisol Isoxaflutole	29,46 b	2,73 c
Mollisol Pendimetalina	0,00 a	0,42 a
Mollisol Testigo	41,82 c	2,14 ab

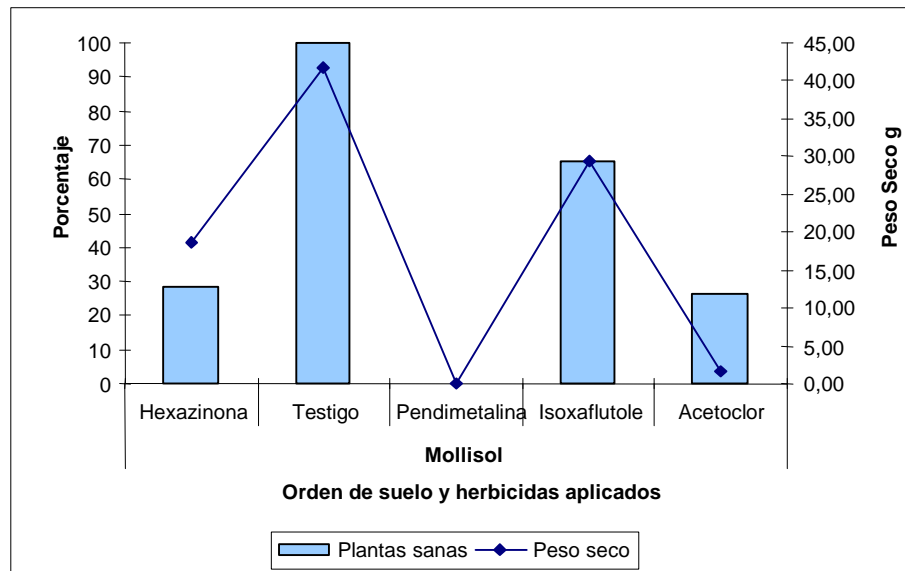


Figura 20. Peso seco de plantas vs Porcentaje de plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicida. Evaluación a los 75 dda en Mollisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

En la segunda siembra el peso seco obtenido no presentó diferencias estadísticas entre los diferentes herbicidas y los valores obtenidos no estuvieron directamente correlacionados al porcentaje de plantas sanas (Cuadro 10), sin embargo los menores pesos secos registrados se dieron en los tratamientos en los que se aplicó Hexazinona y Pendimetalina con 1.38 y 0.42 gr respectivamente (Figura 21).

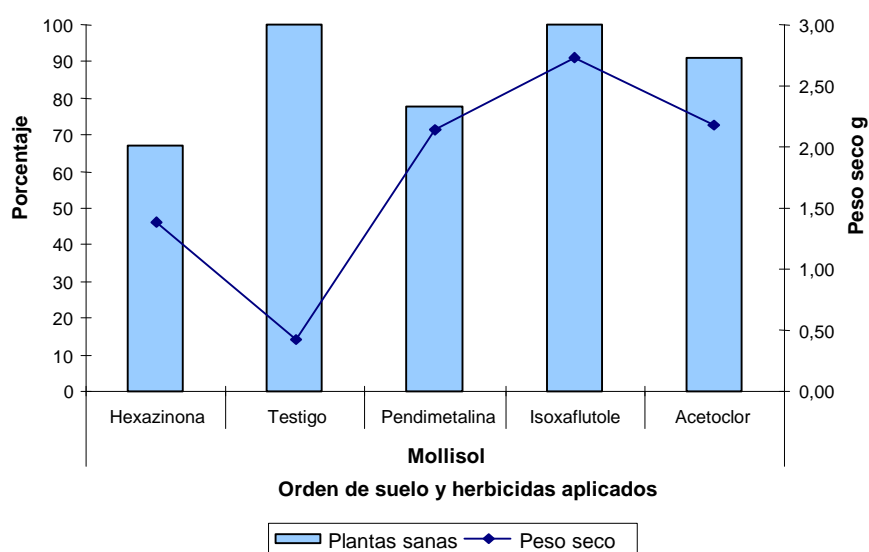


Figura 21. Peso seco de plantas vs Porcentaje de plantas sanas de *Rottboellia cochinchinesis*, bajo cuatro tipos de herbicida. Evaluación a los 90 dda en Mollisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.

La variable días a floración (Figura 22) muestra que a los 60 días post aplicación no hubo floración en los diferentes tratamientos.

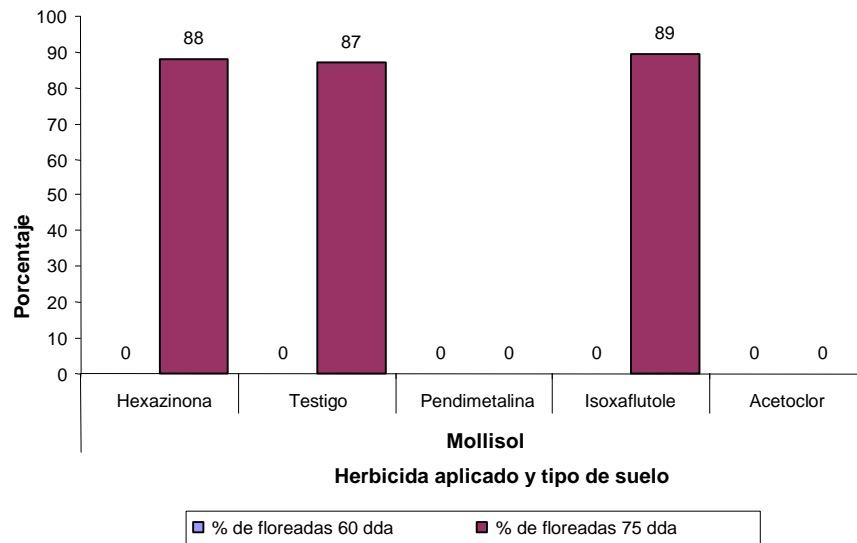


Figura 22. Porcentaje de plantas floreadas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro herbicidas. Evaluación a los 60 y 75 dda en Mollisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

Por otra parte a los 75 días post aplicación el tratamiento Isoxaflutole fue el tratamiento con mayor floración (89%) en este periodo de evaluación, seguido por la Hexazinona y el Testigo los cuales presentaron un 88 y 87% de floración respectivamente. Los tratamientos correspondientes a Pendimetalina y Acetoclor no presentaron floración durante este periodo debido al control ejercido por la Pendimetalina y el posible retraso en crecimiento provocado por el Acetoclor.

5.3 Vertisol

En el análisis del número de plantas de *Rottboellia* sanas en los diferentes tratamientos de herbicida aplicados en este suelo respecto al Testigo sin herbicida es posible observar que el periodo que comprende de 15 a 30 días post aplicación (Cuadro 11) se presentan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con herbicidas respecto al tratamiento Testigo sin herbicida.

Cuadro 11. Plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera siembra en Vertisol. Grecia, 2005

Tratamientos	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta
	Evaluación	Evaluación	Evaluación	Evaluación	Evaluación
	15 dda	30dda	45 dda	60 dda	75 dda
Vertisol Acetoclor	0,00 a	0,50 a	3,25 a	3,75 a	3,75 a
Vertisol Hexazinona	0,00 a	0,75 a	0,50 a	0,50 a	5,50 a
Vertisol Isoxaflutole	0,25 a	2,50 a	8,75 b	8,75 b	8,50 b
Vertisol Pendimetalina	0,00 a	0,00 a	0,25 a	0,25 a	0,25 a
Vertisol Testigo	14,50 b	18,00 b	17,00 c	16,75 c	16,75 c

dda= días después de aplicación

A los 45 días después de la aplicación (Cuadro 11) los tratamientos correspondientes a los herbicidas Pendimetalina (0.25 plantas sanas), Hexazinona (0.5 plantas sanas) y Acetoclor (3.25 plantas sanas) no presentaron diferencias estadísticas significativas según la prueba de media (Tukey 5%), sin embargo estos si difirieron del Isoxaflutole (8.75 plantas sanas) y del tratamiento Testigo (17 plantas sanas)

En el porcentaje de control la Hexazinona y Pendimetalina presentaron un excelente control 97 y 99% respectivamente (Figura 23), mientras que el Acetoclor mostró un 81% de control, siendo la cantidad de plantas sanas un 19%; mientras que el Isoxaflutole presentó un 49% control y un porcentaje de plantas sanas de 51.

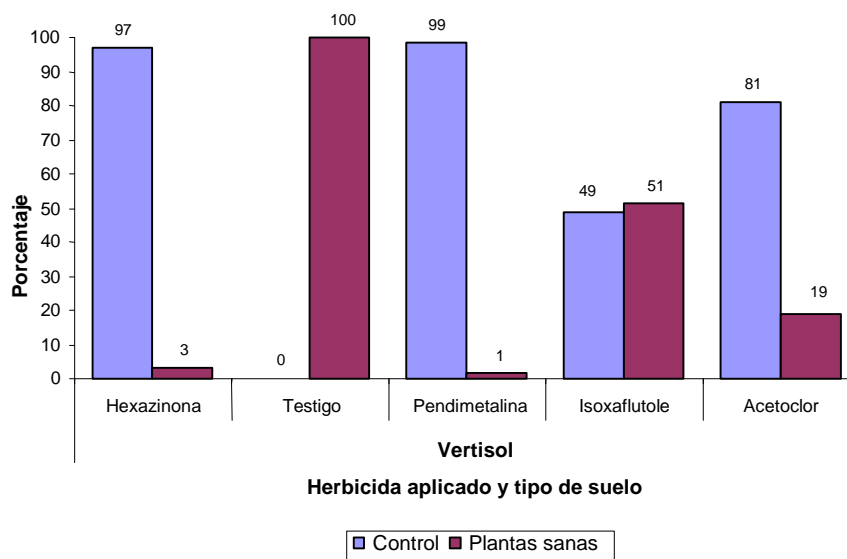


Figura 23. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 45 dda en Vertisol. Primera siembra. Grecia, 2005

En cuanto a la cuarta evaluación (60 días post aplicación) (Cuadro 11) el número de plantas sanas se mantuvo similar por lo que no hay diferencias significativas al igual que la evaluación anterior, los herbicidas Pendimetalina y Hexazinona continuaron mostrando un control mas eficiente sobre la maleza, mientras que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento Testigo y el Isoxaflutole sin embargo si hubo diferencias con el Acetoclor.

De igual forma los mejores porcentajes de control fueron mostrados por la Hexazinona y Pendimetalina los cuales se mantuvieron en 97 y 99 % respectivamente (Figura 24), mientras que el Acetoclor disminuyó su porcentaje de control a 78, siendo el porcentaje de plantas sanas de 22 %; además el Isoxaflutole disminuyó levemente a un 48% control y 52% de plantas sanas.

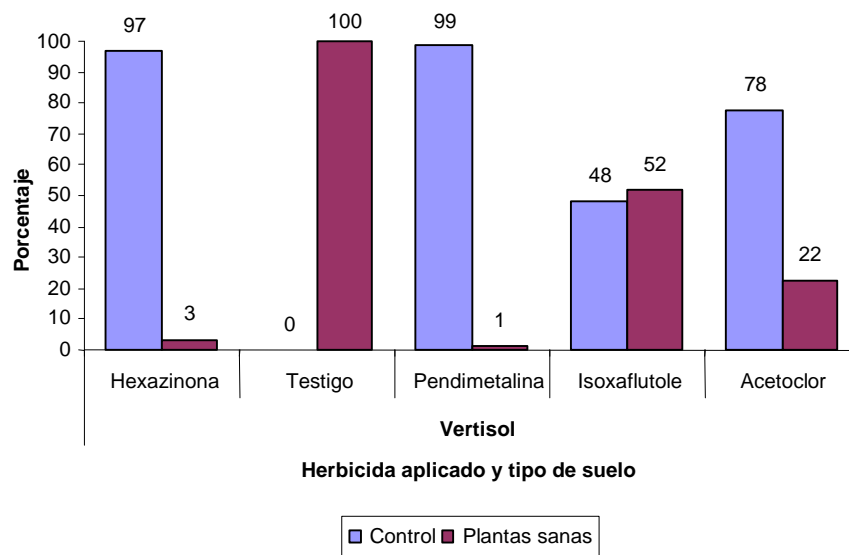


Figura 24. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinesis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 60 dda en Vertisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

A los 75 días post aplicación (Cuadro 11) se presentaron cambios estadísticos en las cantidades de plantas sanas ya que los herbicidas Pendimetalina, Hexazinona y Acetoclor presentaron las menores cantidades de plantas sanas (0.25, 5.5 y 3.75 respectivamente) por lo que no existen diferencias significativas entre los tratamientos citados anteriormente. No así con el Isoxaflutole (8.5 plantas sanas) y el tratamiento Testigo (16.75 plantas sanas) en donde si se presentaron diferencias estadísticas respecto a los demás tratamientos de herbicida.

Al finalizar esta etapa (Figura 25) la Pendimetalina mantiene un excelente control con un 99%, seguido por el tratamiento correspondiente a Acetoclor se mantuvo en un 78 % de control e inversamente un 22% de plantas sanas, mientras que la Hexazinona mostró una disminución en su control 67%, siendo el porcentaje de plantas sanas de 33; de igual manera el Isoxaflutole disminuyó levemente a un 49% control y 51% de plantas sanas.

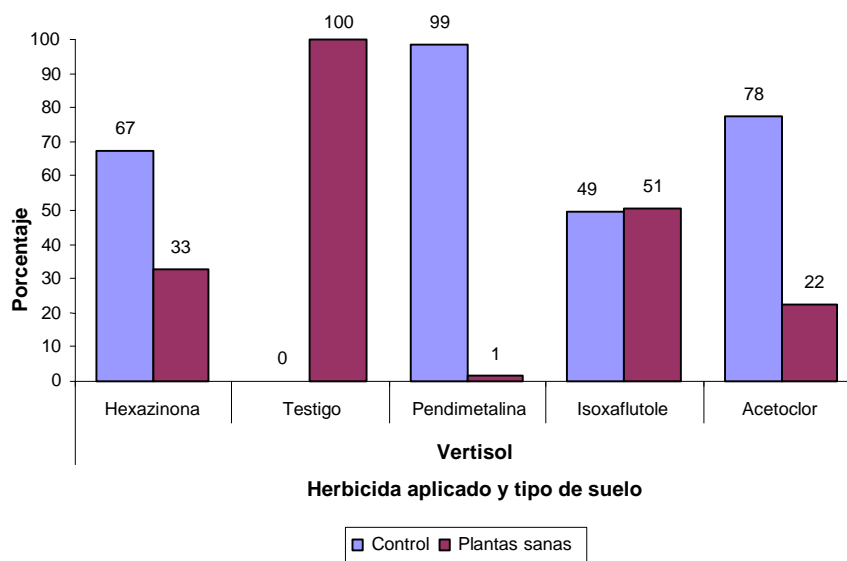


Figura 25. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 75 dda en Vertisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

A los 45 días después de realizada la segunda siembra de la maleza, (Cuadro 12) en los diferentes tratamientos no se encontró diferencias estadísticamente significativas según la prueba de medias, sin embargo en el tratamiento en el que se aplicó Hexazinona se obtuvo un porcentaje de plantas sanas de 70%, y un porcentaje de control de 30% (Figura 26).

Cuadro 12. Plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Segunda Siembra en Vertisol. Grecia, 2005.

Tratamientos	Primera Evaluación	Segunda Evaluación	Tercera Evaluación
	60 dda	75 dda	90 dda
Vertisol Acetoclor	20,75 a	21,25 a	21,0 a
Vertisol Hexazinona	19,25 a	13,25 a	14,5 a
Vertisol Isoxaflutole	20,50 a	21,25 a	21,25 a
Vertisol Pendimetalina	26,00 a	22,25 a	18,00 a
Vertisol Testigo	19,50 a	20,75 a	20,75 a

dda= días después de aplicación

En los tratamientos Isoxaflutole, Acetoclor y Testigo el porcentaje de plantas sanas fue de un 100%; mientras que el herbicida Pendimetalina mostró un 13% de control. Estos resultados indican que la residualidad en este suelo se mantiene más tiempo con el herbicida Hexazinona que con los demás (Figura 26).

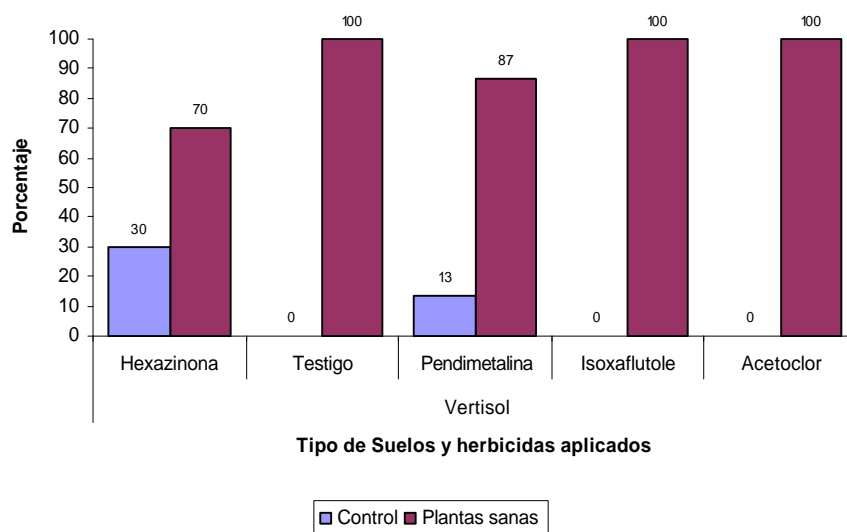


Figura 26. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 90 dda en Vertisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.

En la variable peso seco acumulado de las malezas sanas en los diferentes tratamientos en el periodo que comprende 75 días post aplicación (Cuadro 13) el herbicida Isoxaflutole presentó el mayor peso seco con 30.08 g lo que correlaciona con la mayor cantidad de plantas obtenidas, seguido del herbicida Acetoclor con 11,82 g y Hexazinona con 8.92 g, estos tratamientos no presentaron diferencias significativas en la prueba de medias respecto al tratamiento Testigo, caso contrario se dió en comparación al herbicida Pendimetalina el cual no acumulo peso seco debido al excelente control (Figura 27).

Cuadro 13. Peso seco acumulado de plantas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera y Segunda Siembra en Vertisol. Grecia, 2005.

Tratamientos	Peso Seco (gramos)	
	Primera Siembra	Segunda Siembra
Vertisol Acetoclor	11,82 ab	6,14 c
Vertisol Hexazinona	8,92 ab	5,27 b
Vertisol Isoxaflutole	30,08 c	1,17 a
Vertisol Pendimetalina	0,00 a	0,92 a
Vertisol Testigo	23,61 ab	0,38 a

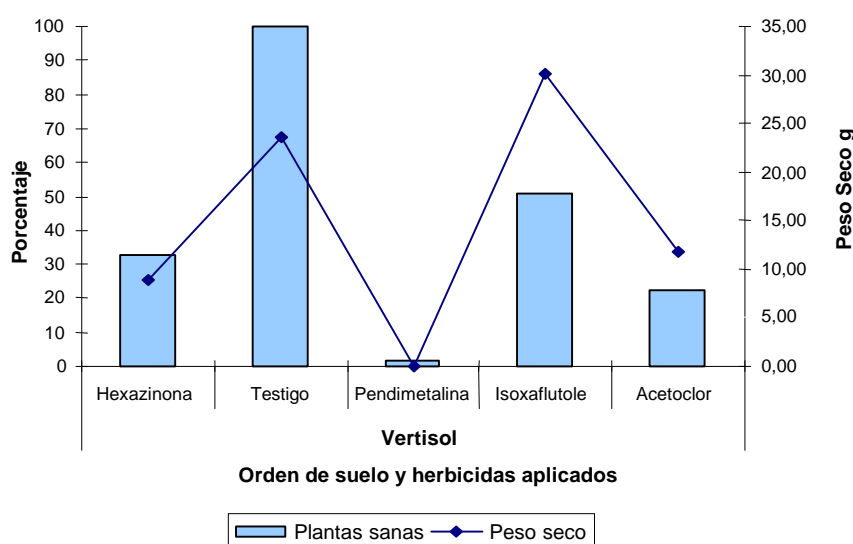


Figura 27. Peso seco de plantas vrs Porcentaje de plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicida. Evaluación a los 75 dda en Vertisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

En la segunda siembra el peso seco obtenido no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los Tratamientos correspondientes a la Pendimetalina e Isoxaflutole y el Testigo, y los cuales presentaron valores de 0.38, 0.92 y 1.17 gramos respectivamente, sin embargo estos fueron las menores ganancias de peso seco observadas (Cuadro 13).

Además las mayores ganancias de peso fueron alcanzadas en los tratamientos correspondientes a Acetoclor y Hexazinona con 6.14 y 5.27 gramos respectivamente, los herbicidas anteriores fueron estadísticamente diferentes en cuanto a peso seco acumulado respecto al Testigo, Pendimetalina y Isoxaflutole, así mismo el porcentaje de plantas sanas respecto a peso seco acumulado no está correlacionado positivamente en los tratamientos citados anteriormente (Figura 28).

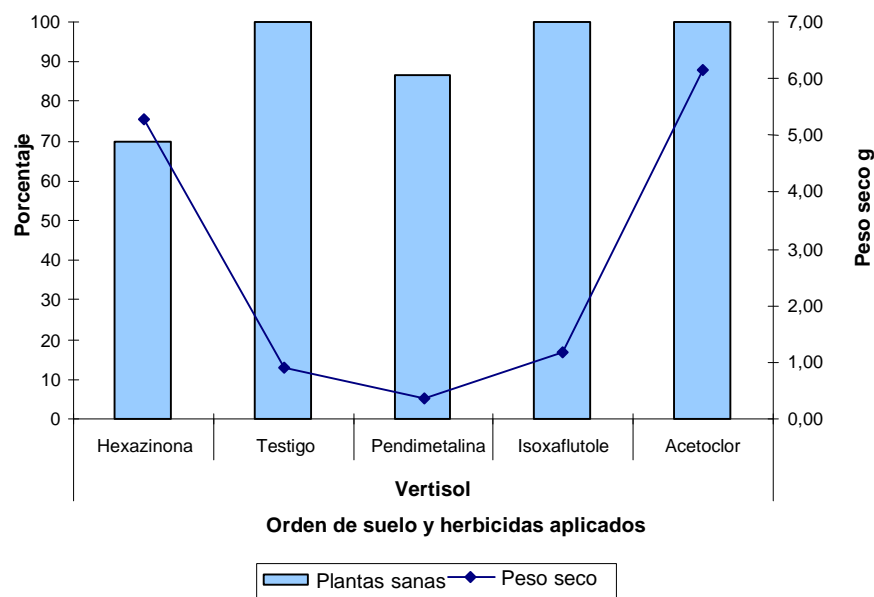


Figura 28. Peso seco de plantas vs % de plantas sanas de *Rottboellia cochinchinesis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 90 días en Vertisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.

La variable días a floración (Figura 29) muestra que a los 60 días post aplicación se dio un 10% de floración en el tratamiento Testigo, seguido por el tratamiento que corresponde a Isoxaflutole con un 17%. Esto es de destacar ya que este herbicida que continúa la producción de semillas al haber mayor cantidad de plantas viables que producirían semilla.

En cuanto al comportamiento a los 75 días post aplicación (Figura 29) el tratamiento Testigo fue el tratamiento con mayor floración (94%), seguido por el

tratamiento Hexazinona con un 91%. De los tratamientos aplicados el Isoxaflutole presentó un 74% de floración y el Acetoclor un 47% por lo que podría decirse que el Acetoclor retrasó el inicio de la floración en comparación a los demás tratamientos, seguido por el Isoxaflutole. El tratamiento con Pendimetalina no mostró floración alguna debido a la eficiencia de un 100% de control de las plantas de *Rottboellia cochinchinesis*.

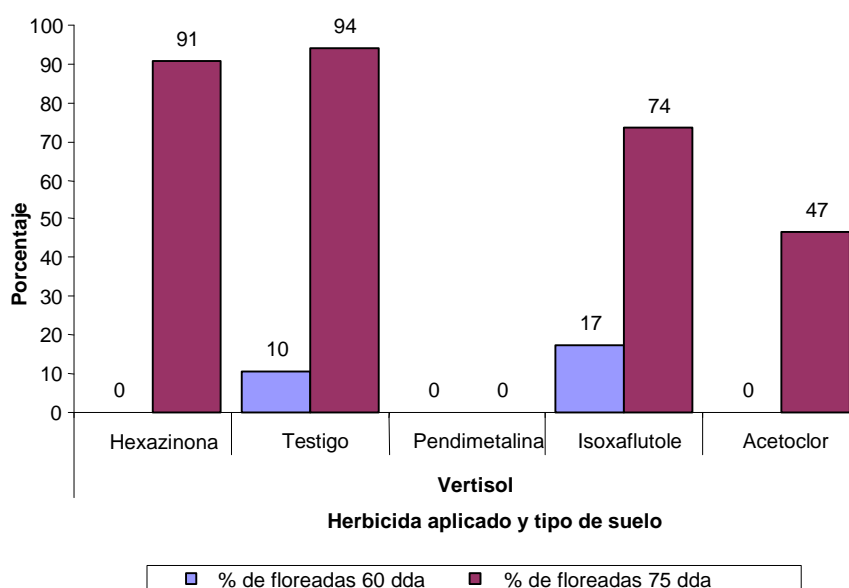


Figura 29. Porcentaje de plantas floreadas de *Rottboellia cochinchinesis*, bajo cuatro herbicidas. Evaluación a los 60 y 75 dda en Vertisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

5.4 Ultisol

Al realizar un análisis del número de plantas de *Rottboellia* sanas en los diferentes tratamientos de herbicida aplicados en este suelo respecto al Testigo sin herbicida es posible observar que el periodo que comprende 15 a 30 días post aplicación (Cuadro 14) se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento Testigo y los tratamientos aplicados con herbicidas.

Cuadro 14. Plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera siembra en Ultisol. Grecia, 2005.

Tratamientos	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta
	Evaluación	Evaluación	Evaluación	Evaluación	Evaluación
	15 dda	30dda	45 dda	60 dda	75 dda
Ultisol Acetoclor	0,00 a	0,25 a	0,50 a	1,25 a	1,25 a
Ultisol Hexazinona	0,00 a	0,00 a	0,25 a	0,25 a	0,75 a
Ultisol Isoxaflutole	1,25 b	1,75 b	10,50 b	9,75 b	9,00 b
Ultisol Pendimetalina	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,25 a
Ultisol Testigo	28,75 c	28,75 c	31,25 c	28,25 b	28,25 b

dda= días después de aplicación

En la tercera evaluación 45 días después de la aplicación (Cuadro 14) los tratamientos correspondientes a los herbicidas Acetoclor (0.5 plantas sanas), Hexazinona (0.25 plantas sanas) y Pendimetalina (0 plantas sanas), no presentaron diferencias estadísticas significativas según la prueba de media (Tukey 5%), sin embargo estos si difirieron del Isoxaflutole (10.5 plantas sanas) y del tratamiento Testigo (31.25 plantas sanas).

La Hexazinona, Pendimetalina y Acetoclor presentaron un excelente control 99,100 y 98% respectivamente (Figura 30), mientras que el Isoxaflutole mostró un 66% de control, y un 34 % de plantas sanas.

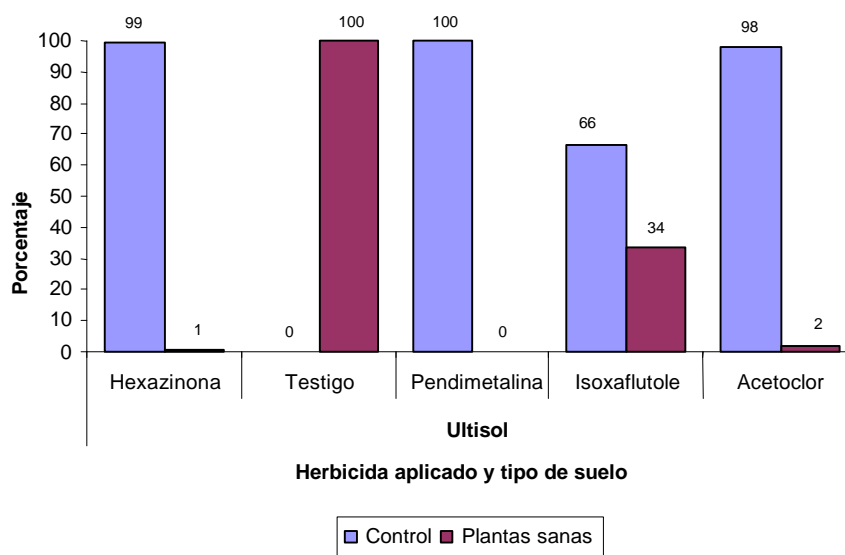


Figura 30. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 45 dda en Ultisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

En cuanto a la cuarta evaluación (60 días post aplicación) (Cuadro 14) el número de plantas sanas mantuvo una tendencia similar a la evaluación anterior, en la que los herbicidas Pendimetalina, Hexazinona y Acetoclor continuaron mostrando un control más eficiente sobre la maleza, así mismo no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento Testigo y el Isoxaflutole siendo estos dos últimos los que presentaron la mayor cantidad de plantas sanas.

De igual forma los mejores porcentajes de control lo presentaron la Pendimetalina, Hexazinona y Acetoclor los cuales se mantuvieron en 100, 99 y 96% respectivamente (Figura 31), mientras que el Isoxaflutole disminuyó su porcentaje de control a 65%, siendo el porcentaje de plantas sanas de 35 %.

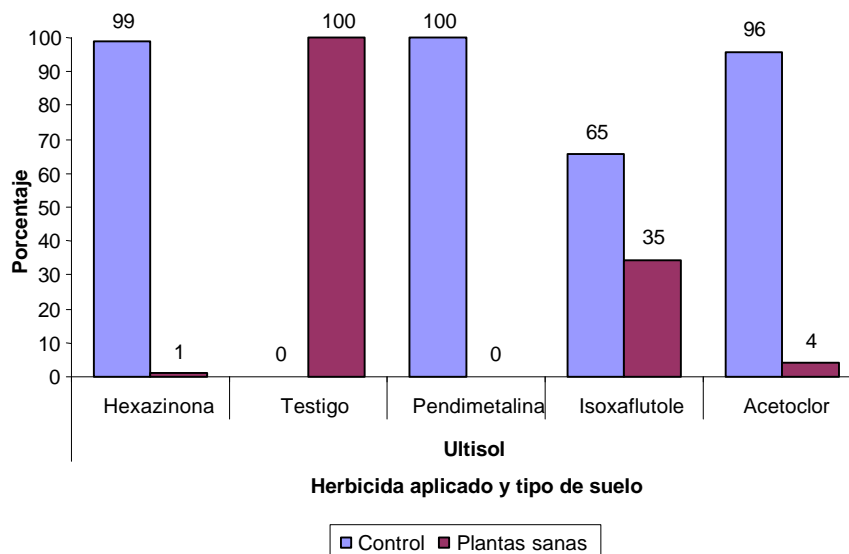


Figura 31. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 60 dda en Ultisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

A los 75 días post aplicación (Cuadro 14) no se presentaron diferencias estadísticas en las cantidades de plantas sanas ya que los herbicidas Pendimetalina, Hexazinona y Acetoclor presentaron las menores cantidades de plantas sanas (0.25, 0.75 y 1.25 respectivamente). No así con el Isoxaflutole (9 plantas sanas) y el tratamiento Testigo (28.25 plantas sanas) en donde si se presentaron diferencias estadísticas respecto a los demás tratamientos de herbicida.

Al finalizar esta etapa (Figura 32), la Pendimetalina mantuvo un excelente control con un 99%, seguido por el tratamiento correspondiente a Hexazinona con un 97%, además el Acetoclor obtuvo un 96% de control sobre la maleza. El Isoxaflutole mostró un aumento en el porcentaje de control (68%) lo que resulta en 32 % de plantas sanas.

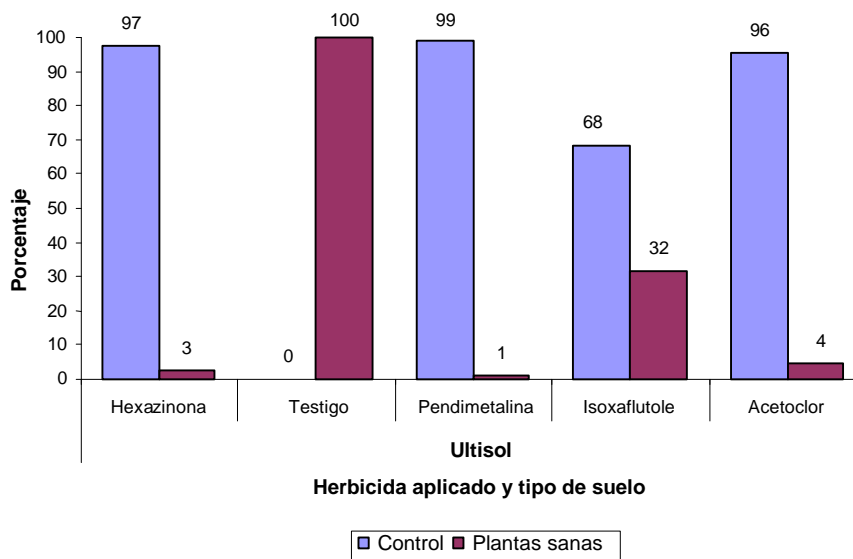


Figura 32. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 75 dda en Ultisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

A los 45 días después de realizada la segunda siembra de la maleza, (Cuadro 15) en los diferentes tratamientos se encontró diferencias estadísticamente significativas por parte de la Hexazinona respecto a las plantas sanas.

Cuadro 15. Plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Segunda Siembra en Ultisol. Grecia, 2005.

Tratamientos	Primera Evaluación	Segunda Evaluación	Tercera Evaluación
	60 dda	75 dda	90 dda
Ultisol Acetoclor	24,25 a	24,75 b	25,25 b
Ultisol Hexazinona	18,00 a	8,75 a	8,50 a
Ultisol Isoxaflutole	26,75 a	28,75 b	27,25 b
Ultisol Pendimetalina	29,25 a	19,75 b	15,00 b
Ultisol Testigo	22,50 a	22,75 b	23,25 b

dda= días después de aplicación

Sin embargo el tratamiento Pendimetalina obtuvo un porcentaje de plantas sanas de 65 %, y un porcentaje de control de 35% (Anexo 8).

La Hexazinona mostró un porcentaje de control de 63% mientras (Figura 33) Mientras que los tratamientos restantes presentaron el porcentaje de plantas del 100%. De acuerdo a lo analizado podría deducirse que el herbicida Hexazinona cuenta con característica de residualidad superiores a los demás herbicidas utilizados en este estudio.

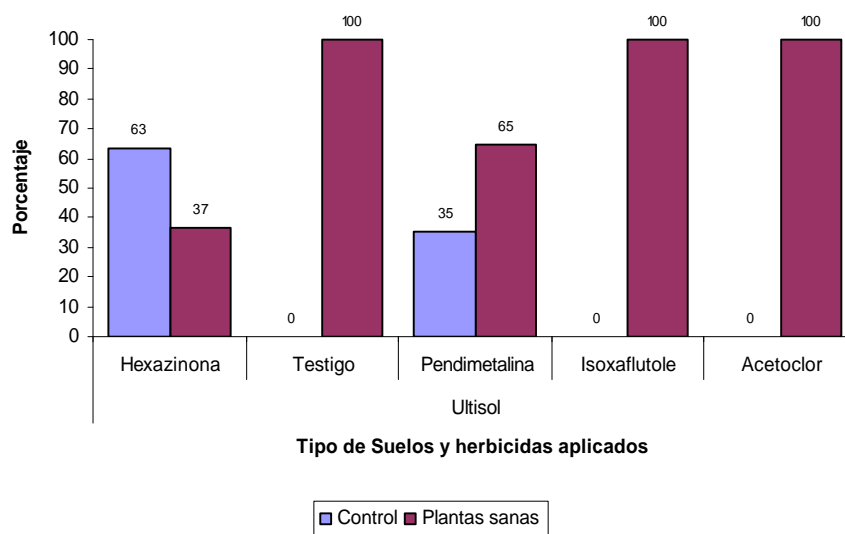


Figura 33. Porcentaje de control vs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicidas. Evaluación a los 90 dda en Ultisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.

En la variable peso seco acumulado de las malezas sanas (75 días post aplicación) (Cuadro 16), no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados en este suelo; sin embargo la Pendimetalina no registro biomasa (0 g) seguido por el Acetoclor y la Hexazinona (0.01) y (0.07) gramos respectivamente, el isoxaflutole y el Testigo acumularon (1.23) y 4.23 gramos de materia seca respectivamente (Figura 34).

Cuadro 16. Peso seco acumulado de plantas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas. Primera y Segunda Siembra en Ultisol. Grecia, 2005.

Tratamientos	Peso Seco (gramos)			
	Primera Siembra		Segunda Siembra	
Ultisol Acetoclor	0,01	A	0,92	a
Ultisol Hexazinona	0,07	A	0,51	a
Ultisol Isoxaflutole	1,23	A	1,18	a
Ultisol Pendimetalina	0,00	A	0,09	a
Ultisol Testigo	4,23	A	1,18	a

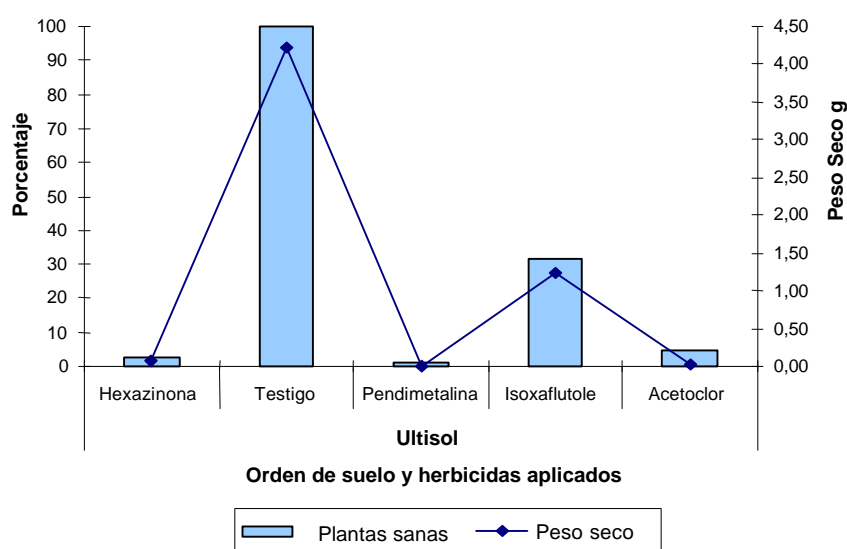


Figura 34. Peso seco de plantas vs porcentaje de plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro tipos de herbicida Evaluación a los 75 dda en Ultisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

En la segunda siembra el peso seco obtenido no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los herbicidas (Cuadro 16), así mismo los tratamientos que mostraron mayores valores de peso seco fueron los correspondientes a Isoxaflutole y al Testigo con 1.18 gramos. Las menores acumulaciones de materia seca fueron en orden de importancia la Pendimetalina, Hexazinona y Acetoclor (Figura 35).

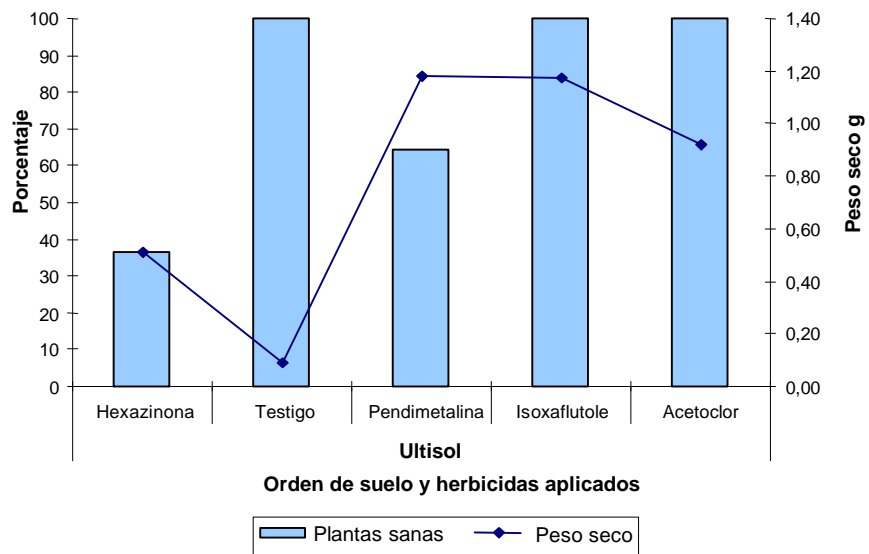


Figura 35. Peso seco de plantas vrs % de plantas sanas de *Rottboellia cochinchinesis*, bajo cuatro tipos de herbicida. Evaluación a los 90 dda en Ultisol. Segunda siembra. Grecia, 2005.

En la variable días a floración (Anexo 11) (60 días post aplicación) se dió un 20% de floración en el tratamiento correspondiente al Acetoclor.

A los 75 días post aplicación (Figura 36) el tratamiento Acetoclor mostró el mismo porcentaje de floración y siendo el menor de los observados, seguido por el Isoxaflutole con un 28% y la hexazinona con un 33%; la mayor floración se dió en el tratamiento Testigo (65%). Esto pone en evidencia la capacidad de los herbicidas para disminuir la floración de la maleza estudiada. En el tratamiento correspondiente a la Pendimetalina nose presentó floración debido a la eficiencia en el control

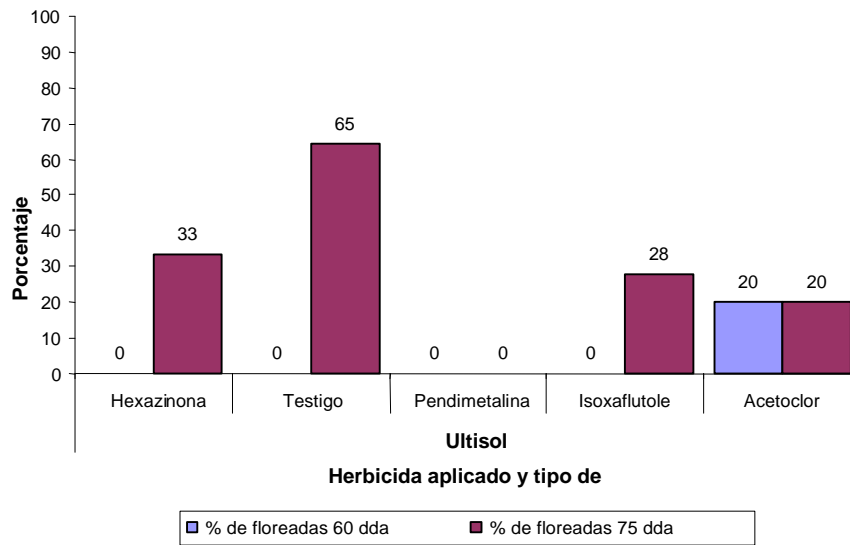


Figura 36. Porcentaje de plantas floreadas de *Rottboellia cochinchinensis*, bajo cuatro herbicidas. Evaluación a los 60 y 75 dda en Ultisol. Primera siembra. Grecia, 2005.

5.5 Análisis general

Según el análisis realizado a la cantidad de plantas sanas a los 75 días post aplicación (Anexo 1) se obtuvo que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los siguientes herbicidas: Pendimetalina aplicado en todos los órdenes de suelo, Hexazinona y Acetoclor aplicado en el suelo Ultisol y Acetoclor aplicado en el orden de suelo Vertisol. Uno de los aspectos importantes que se debe de tomar en cuenta es que en los cuatro órdenes de suelo evaluados la Pendimetalina presentó un excelente promedio de control prácticamente un 100% seguido por el herbicida Hexazinona (promedio de control de 92 %). Asimismo el herbicida Acetoclor obtuvo un buen resultado cuando se utilizó en suelos de tipo Vertisol y Ultisol (Cuadro 17).

Según la clase textural de cada suelo (Cuadro 17) podría decirse que los herbicidas Pendimetalina y Hexazinona tuvieron un excelente control en los dos tipos de textura (arcilloso y franco arcilloso) encontradas en los cuatro suelos en estudio, lo que concuerda con (Cuadro 1) en donde se cataloga a la Pendimetalina y hexazinona con alta persistencia; mientras que el herbicida Acetoclor tuvo mejor control en suelos catalogados como arcillosos, lo que concuerda con (Pitty, 1997) el cual afirma que las partículas de un herbicida pueden quedar adheridas con mayor fuerza a los coloides inorgánicos o arcillas las cuales pueden atraer mayor cantidad de cargas a su elevada superficie por lo que podrían producir una mejor residualidad, capacidad de retención y liberación del producto.

Asimismo de acuerdo a los resultados la lixiviación pudo ser uno de los factores que afectara la eficiencia de los productos en suelos francos, debido que esta se ve influenciada por la clase textural (Cuadro 17) ya que según García y Fernández (1991) en suelos livianos la lixiviación es mayor que en suelos pesados por lo que podría darse una mayor eficiencia del producto aplicado en suelos arcillosos.

De los dos órdenes de suelo citados anteriormente el correspondiente a Ultisol presenta un mejor control lo que podría deberse a que obtuvo el menor pH y menor contenido de materia orgánica (Cuadro 17) lo que según Pitty (1997)

García (1991) Buckman (1996) debido que bajo estas condiciones se da una menor proliferación de microorganismos por lo que la degradación microbial podría ser menor.

Cuadro 17. Características químicas y físicas de los órdenes de suelo utilizados en este experimento. Grecia, 2005.

Orden	Textura	pH	% Materia Orgánica	Densidad aparente	Saturación de Acidez (%)	Suma de cationes (cmol)	CICE (cmol)	Acidez Extraíble
Inceptisol	Franco Arcilloso	6,80	4,40	0,90	0,42	21,49	21,58	0,09
Mollisol	Franco Arcilloso	6,90	4,60	0,91	0,92	10,73	10,83	0,1
Ultisol	Arcilloso	5,60	2,40	1,31	10,76	3,07	3,44	0,37
Vertisol	Arcilloso	6,80	4,50	1,17	0,22	40,58	40,67	0,09

El mejor control en forma general se dió cuando se aplicó Pendimetalina y Hexazinona en el suelo Inceptisol (Cuadro 1), lo que se atribuye a las características propias de los herbicidas de alta efectividad y persistencia

Según el análisis no hubo diferencia estadística significativa entre la aplicación de la Pendimetalina en los cuatro órdenes de suelo sin embargo la menor eficiencia se dió en el órdenes correspondientes a Ultisol y Vertisol, los cuales tienen en comun una textura arcillosa lo cual puede influir en una mayor adsorción y un menor movimiento del herbicida en el suelo de acuerdo a Shenk *et al*, (1995).

En cuanto a la Hexazinona esta obtuvoun buen control, además no hubo diferencia significativa en los órdenes de suelo utilizados en este estudio, sin embargo la menor eficiencia se dió cuando se aplicó en los órdenes de suelo Vertisol y Mollisol.

De igual forma, no hubo diferencias estadísticas significativas en la aplicación de Acetoclor en los cuatro órdenes de suelo utilizados, nostante la mayor eficiencia se dió en los órdenes de suelo correspondientes a Ultisol y Vertisol los cuales tienen en comun una textura arcillosa, esto puede influir en una

mayor adsorción y un menor movimiento de el herbicida en el suelo de acuerdo a Shenk *et al* (1995), Pitty 1979 citado por (Alfaro 2001); en donde favoreció a disminuir lixiviación del plaguicidaasímismo en el suelo Vertisol se dió una menor eficiencia lo que pudiera deberse a una mayor cantidad de materia orgánica y un valor mayor de pH lo que según Pitty (1997), García y Fernandez (1991), Buckman (1996) estas condiciones podrían aumentar la degradación microbial del herbicida en este suelo y la adsorción de herbicida (Alfaro 2001).

En lo que respecta a Isoxaflutole en terminos generales presentó el más bajo control, además no hubo diferencia estadística significativa de acuerdo a los suelos aplicados, sin embargo la menor eficiencia registrada dentro de los órdenes de suelo en estudio se dió en el orden perteneciente a Mollisol.

En cuanto a la segunda siembra la prueba de medias del número de plantas sanas a los 45 días después de haberse realizado la segunda siembra (Anexo 2), muestra como el tratamiento Hexazinona (Ultisol) es estadísticamente diferente a los demás tratamientos evaluados en este estudio a excepción de Inceptisol (Hexazinona), donde tuvo menor efecto en los órdenes de suelo Vertisol y Mollisol.

El peso seco acumulado en la primera siembra no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los siguientes tratamientos Hexazinona (Inceptisol, Ultisol y Vertisol), Pendimetalina (Mollisol, Ultisol, Vertisol y Inceptisol) Acetoclor (Ultisol, Mollisol) y Isoxaflutole (Ultisol) (Anexo 3); sin embargo las menores acumulaciones de materia seca se presentaron cuando se utilizó Pendimetalina y Hexazinona lo que correlaciona con el mayor porcentaje de control observados en estos herbicidas así mismo todos los herbicidas tuvieron mayor efecto en la acumulación de peso seco en el orden de suelo Ultisol lo que también pudiera deberse a características de baja fertilidad que presenta este suelo (Anexo 21, Cuadro 17).

En lo que respecta al peso seco de la segunda siembra (Anexo 3) no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos Pendimetalina (Ultisol, Mollisol y Vertisol), Hexazinona (Ultisol, Mollisol), Acetoclor (Ultisol), Isoxaflutole (Vertisol, Ultisol, Inceptisol) y Testigo (Vertisol, Ultisol); sin embargo el tratamiento

que mostró menor acumulación de materia seca fue el correspondiente a Pendimetalina aplicado en el suelo Ultisol lo que se contradice con lo encontrado en la primera aplicación .

5.6 Costo económico de los productos utilizados

Para determinar el costo de cada uno de los herbicidas, se elaboró la siguiente información y poder realizar una comparación entre ellos según las dosis recomendadas en la presente experimentación (Cuadro 18).

Cuadro 18. Comparación económica vrs porcentaje de control de los herbicidas utilizados en la experimentación. Grecia. 2005 .

Nombre Genérico	Nombre Comercial	Dosis Comercial/ha	Precio (\$)	Promedio del porcentaje de control	
				Primera Siembra	Segunda Siembra
Hexazinona	Velpar 75 WG	0,75 kg	46.21	92	28
Pendimetalina	Prowl 50 EC	2,50 l	29.81	100	10
Isoxaflutole	Merlin 75 WG	0,11 kg	19.91	64	0
Acetoclor	Harness 90 EC	2,50 l	22.60	88	2

Tipo de cambio US\$: 517 colones

Durante la primera aplicación todos los herbicidas presentaron al menos un 64% de promedio de control. En forma general, la Pendimetalina presentó el mejor control a nivel de invernadero, sobre el desarrollo y las plantas sanas producidas de *Rottboellia cochinchinensis*. En el Anexo 5 todos los suelos utilizados, se observa como este herbicida presentó 100% de control sobre la maleza de estudio en los suelos Inceptisol y Mollisol, mientras que en los suelos Ultisol y Vertisol, el control fue de prácticamente un 100%.

El otro herbicida que mostró un efecto de buen control fue la Hexazinona en la cual controló en un 100% la maleza en los suelos Inceptisol, Ultisol y en el Vertisol de 97%. En el suelo Mollisol ésta efectividad fue reducida al 71%.

En cuanto a la residualidad evaluada con la segunda siembra, el herbicida Hexazinona presentó el mejor promedio de control (Cuadro 18) Con esta comparación sencilla, al escoger entre la efectividad y el costo de los herbicidas,

es factible decidir inicialmente por el primer punto, ya que es mejor tener un control inicial con un poco de costo adicional, que el tener mayor residualidad inclusive a un costo mayor.

Los herbicidas Acetoclor y Isoxaflutole fueron los que presentaron menor porcentaje de control en la primera y segunda siembra que los hace ser de menor residualidad, siendo el Isoxaflutole el de menor efecto.

6. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se desarrollo el presente estudio se llega a las siguientes conclusiones:

1. Existen diferencias en el comportamiento de los herbicidas evaluados en los diferentes órdenes de suelo.
2. Durante los primeros 30 días post aplicación no hubo diferencia en control entre los herbicidas aplicados en los suelos utilizados en este experimento.
3. A los 45, 60 y 75 días post aplicación la Pendimetalina y Hexazinona fueron herbicidas que presentaron un buen porcentaje de control en todos los suelos evaluados.
4. En la primera siembra, el herbicida Isoxaflutole presentó la menor eficiencia en el control de la maleza en los suelos estudiados.
5. A los 45 días post siembra de la segunda etapa no hubo diferencias significativas en plantas sanas entre los herbicidas aplicados en los suelos Inceptisol, Mollisol, Vertisol.
6. En el suelo Ultisol, en la evaluación de los 45 días post siembra en la segunda etapa, si presentó diferencias significativas entre el tratamiento Hexazinona respecto a los demás herbicidas aplicados
7. La Hexazinona presentó la mayor residualidad en los suelos evaluados, de acuerdo a plantas sanas, porcentaje de control y peso seco de plantas de *Rottboellia cochinchinensis*.

8. Por los resultados de control de la maleza estudiada, los herbicidas Pendimetalina y Hexazinona se constituyen como los herbicidas con mejores características de residualidad y efectividad sobre las propiedades físicas y químicas en los suelos analizados.
9. Debido a su excelente control, la Pendimetalina y Hexazinona son los tratamientos que presentaron la menor acumulación de materia seca en la primera siembra en todos los órdenes de suelo
10. En la segunda siembra no se presentaron diferencias significativas para la variable peso seco en ninguno de los tratamientos, lo que indica que el efecto del herbicida no es significativo en el control de esta maleza.
11. La mayor floración de plantas sanas que se presentó en los suelos arcillosos (Ultisol y Vertisol) se dio con el tratamiento Hexazinona, lo que significa que este herbicida tuvo menor efecto en estos suelos.
12. La mayor floración de plantas sanas que se presentó en los suelos francos (Inceptisol y Mollisol) se dio en el tratamiento Isoxaflutole, presentando una menor eficiencia del herbicida.
13. Mediante un análisis entre la efectividad / residualidad y el valor económico de los herbicidas según la dosis recomendada, es factible determinar que el producto Pendimetalina reúne con bastante correlación los factores de control y economía.
14. Los productos Acetoclor e Isoxaflutole, se presentan como alternativas (aunque no muy viables por la efectividad y costo) para el control de *Rottboellia cochinchinensis*.

7. Recomendaciones

1. De existir en el mercado, se deben experimentar con nuevas fuentes de producto herbicida para el control de *Rottboellia cochinchinensis*.
2. Efectuar otros ensayos con los productos (Pendimetalina y Hexazinona) que presentaron mejores resultados en cada una de las etapas para evaluar distintas dosificaciones en busca de mayor economía.
3. Realizar otras investigaciones con los productos que presentaron menor eficiencia con el fin de evaluar si mejoran su capacidad de control de la maleza.
4. Se recomienda el uso del herbicida Pendimetalina 50 EC en la dosis de 2,5 l/ha para el control de *Rottboellia cochinchinensis* en los cuatro órdenes de suelo estudiados debido a su costo económico, residualidad y fitotoxicidad en el control de la maleza.
5. Utilizar el herbicida Hexazinona 75 WG en la dosis de 0,75 l/ha para el control de *Rottboellia cochinchinensis* en los suelos Mollisol, Inceptisol y Ultisol debido a su residualidad y fitotoxicidad en el control de la maleza.
6. Emplear el herbicida Acetoclor 90 EC en la dosis de 2,5 l/ha para el control de *Rottboellia cochinchinensis* en los suelos Ultisoles debido a su costo y eficiencia en el control de la maleza.
7. Se sugiere aumentar la dosis del herbicida Isoxaflutole que mostró un menor efecto en el porcentaje de control y peso seco con el fin de disminuir los efectos de las características químicas y físicas de suelo respecto al herbicida.

8. Literatura Citada

- Acon & Asociados, 1994. Mapa de Grupos y Subgrupos de Suelos Costa Rica, Escala 1:200 000.
- Acuña A. 2000. Uso de herbicidas. Imprenta Nacional, San José. Costa Rica. MAG, 63 p.
- Alán, E; Barrantes, U; Soto, A; Agüero, R. 1995. Elementos para el manejo de malezas en agroecosistemas tropicales. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. 223 p.
- Alemán, F. 1997. Manejo de malezas en el trópico. Editorial Multiformas, R.L, Managua, Nicaragua. 227 p.
- Alfaro, R. 2001. Principios Basicos en el Control de Malezas en la caña de azúcar. Direccion investigación y Extension de la Caña de Azucar DIECA, Grecia, Costa Rica. 25 p
- Alfaro, R. 1996. Algunas consideraciones sobre el control químico de malezas en la caña de azúcar. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azucar. DIECA, Grecia, Costa Rica. 91 p.
- Alfaro, R. Rodríguez, M. Bolaños, J. 2001. Evaluación de 11 mezclas de herbicidas para el control de *Rottboellia cochinchinesis* y otras malezas en Hda. Tempisque S.A. Guanacaste. Direccion investigación y Extension de la Caña de Azucar DIECA. Grecia, Costa Rica. 15 p.
- Bertsch, F. 1995. La Fertilidad de los Suelos y su Manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 1ra ed, San José, Costa Rica. 157 p.
- British Crop Protection Council. 2000. The pesticide manual. Twelfth Edition. British Crop Protection Council. 500 p.

- Buckman, 1996. Naturaleza y propiedades de los suelos. Unión topográfica Editorial Hispanoamericana. Gráficas Condal, Barcelona, España. 590 p.
- Chavez, S. M.A; Alvarado, H.A. 1994. Manejo de la Fertilización en Plantaciones de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Andisoles de ladera de Costa Rica. Dirección investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. DIECA, San José. Costa Rica 41 p.
- De la Cruz, R. 1987. Notas sobre Pruebas de herbicidas en el campo. Manejo Integrado de Plagas. San José, Costa Rica.
- Garro, J. 2002. Plantas competidoras. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 278p.
- García, L; Fernández, C. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 348p.
- Hance, R. 1980. Interactions Between Herbicides and the Soil. ACADEMIC PRESS INC, Page Bros. Great Britain. p349
- Mata, R. 1991. Los Órdenes de suelo en Costa Rica. *In* Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional. Memoria. Julio. 1999. pp. 27-32.
- Pitty, A. 1997. Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academia Press, Honduras. 300 p.
- Labrada, R.J. Caseley J.C, Parker C. 1996. Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. Estudio FAO producción y protección vegetal 120. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Italia Roma, 300p.
- Soil Survey Staff. 1990. Keys to soil Taxonomy. Blacksburg, Virginia, USA. SMSS Soil Survey Manual. 250p.

Shenk, M. Fischer, A. Valverde, B. 1995. Principios básicos sobre el manejo de malezas. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Honduras. 221p.

Subirós, F. 2000, El cultivo de la caña de azúcar. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 448 p.

Vargas, J. 1993. Diagnóstico preliminar sobre la distribución de *Rottboellia cochinchinensis* en las plantaciones de Caña de Azúcar en Costa Rica, Dirección investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. DIECA, San José. 31 p. San José. 31 p.

Vargas, A.J. 1996. Alternativas de control de *Rottboellia cochinchinensis* en plantaciones de caña de azúcar Ciclo Planta y Soca, San Carlos, Costa Rica, Memoria X Congreso Agronomico Nacional V1, San José, Costa Rica. EUNA. pag 440.

9. Anexos

Anexo 1. Plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas en cuatro tipos de suelos. Primera sie mbra. Grecia, 2005

Tratamientos	Primera Evaluación		Segunda Evaluación		Tercera Evaluación		Cuarta Evaluación		Quinta Evaluación	
	15 dda		30dda		45 dda		60 dda		75 dda	
Inceptisol Acetoclor	0,00	a	0,75	a	4,00	bc	4,00	cd	3,75	bcde
Inceptisol Hexazinona	0,00	a	0,25	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
Inceptisol Isoxaflutole	0,50	ab	1,25	ab	7,75	bcdef	8,50	def	7,50	efgh
Inceptisol Pendimetalina	0,25	ab	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
Inceptisol Testigo	13,00	d	15,50	def	14,00	defg	15,75	efg	15,75	fgh
Mollisol Acetoclor	0,00	a	2,25	a	5,00	bcd	6,00	de	5,75	defg
Mollisol Hexazinona	0,00	a	5,75	ab	6,25	bcde	6,50	de	6,25	cdefg
Mollisol Isoxaflutole	4,50	c	7,75	cde	15,00	defg	15,25	efg	14,25	fgh
Mollisol Pendimetalina	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
Mollisol Testigo	20,50	de	21,50	ef	21,5	fg	21,75	fg	21,75	gh
Ultisol Acetoclor	0,00	a	0,25	a	0,50	a	1,25	abc	1,25	abcd
Ultisol Hexazinona	0,00	a	0,00	a	0,25	a	0,25	a	0,75	abc
Ultisol Isoxaflutole	1,25	b	1,75	ab	10,50	defg	9,75	defg	9,00	efgh
Ultisol Pendimetalina	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,25	ab
Ultisol Testigo	28,75	e	28,75	f	31,25	g	28,25	g	28,25	h
Vertisol Acetoclor	0,00	a	0,50	a	3,25	ab	3,75	bcd	3,75	abcde
Vertisol Hexazinona	0,00	a	0,75	a	0,50	a	0,50	ab	5,50	abcde
Vertisol Isoxaflutole	0,25	ab	2,50	abc	8,75	cdef	8,75	def	8,50	efgh
Vertisol Pendimetalina	0,00	a	0,00	a	0,25	a	0,25	a	0,25	ab
Vertisol Testigo	14,50	d	18,00	ef	17,00	e	16,75	efg	16,75	gh

dda= días depues de aplicación

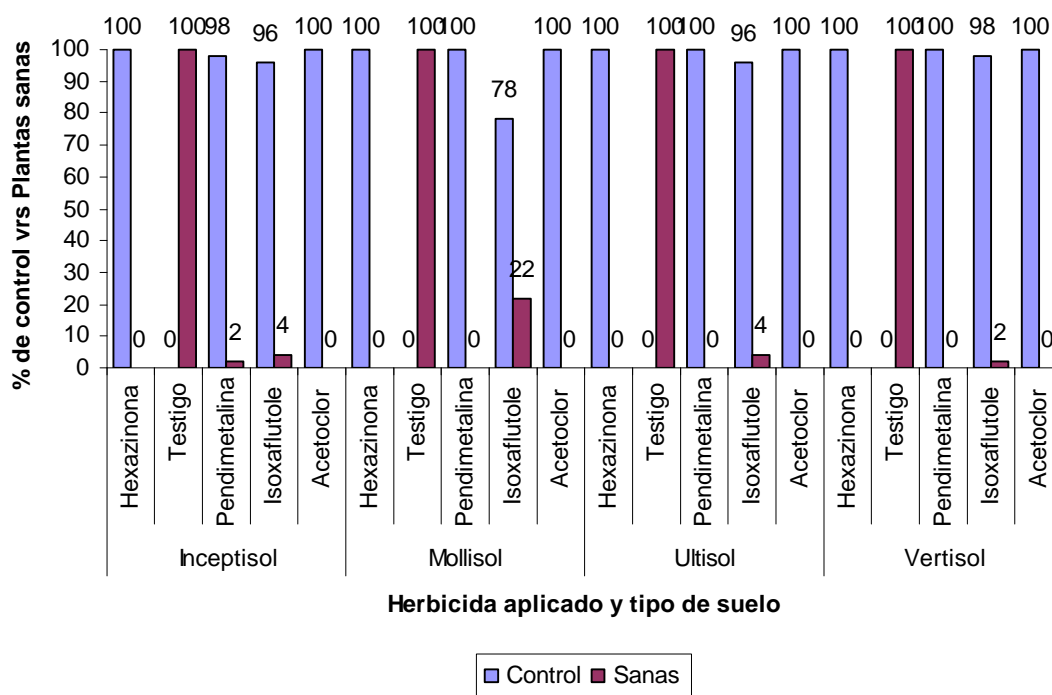
Anexo 2. Plantas sanas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas en cuatro tipos de suelos. Segunda Siembra. Grecia, 2005.

Tratamientos	Primera Evaluación		Segunda Evaluación		Tercera Evaluación	
	60 dda		75 dda		90 dda	
Inceptisol Acetoclor	17,75	a	18,50	b	16,75	b
Inceptisol Hexazinona	17,25	a	13,00	ab	11,75	ab
Inceptisol Isoxaflutole	16,00	a	18,75	b	15,50	b
Inceptisol Pendimetalina	16,75	a	18,50	b	18,25	b
Inceptisol Testigo	13,00	a	16,00	ab	16,00	b
Mollisol Acetoclor	25,75	ab	26,00	b	25,75	b
Mollisol Hexazinona	24,25	ab	19,50	b	19,00	b
Mollisol Isoxaflutole	33,00	b	30,75	b	31,75	b
Mollisol Pendimetalina	23,00	ab	22,75	b	22,00	b
Mollisol Testigo	28,25	ab	28,25	b	28,25	b
Ultisol Acetoclor	24,25	ab	24,75	b	25,25	b
Ultisol Hexazinona	18,00	a	8,75	a	8,50	a
Ultisol Isoxaflutole	26,75	ab	28,75	b	27,25	b
Ultisol Pendimetalina	29,25	ab	19,75	b	15,00	b
Ultisol Testigo	22,50	ab	22,75	b	23,25	b
Vertisol Acetoclor	20,75	ab	21,25	b	21,0	b
Vertisol Hexazinona	19,25	ab	13,25	ab	14,5	b
Vertisol Isoxaflutole	20,50	ab	21,25	b	21,25	b
Vertisol Pendimetalina	26,00	ab	22,25	b	18,00	b
Vertisol Testigo	19,50	ab	20,75	b	20,75	b

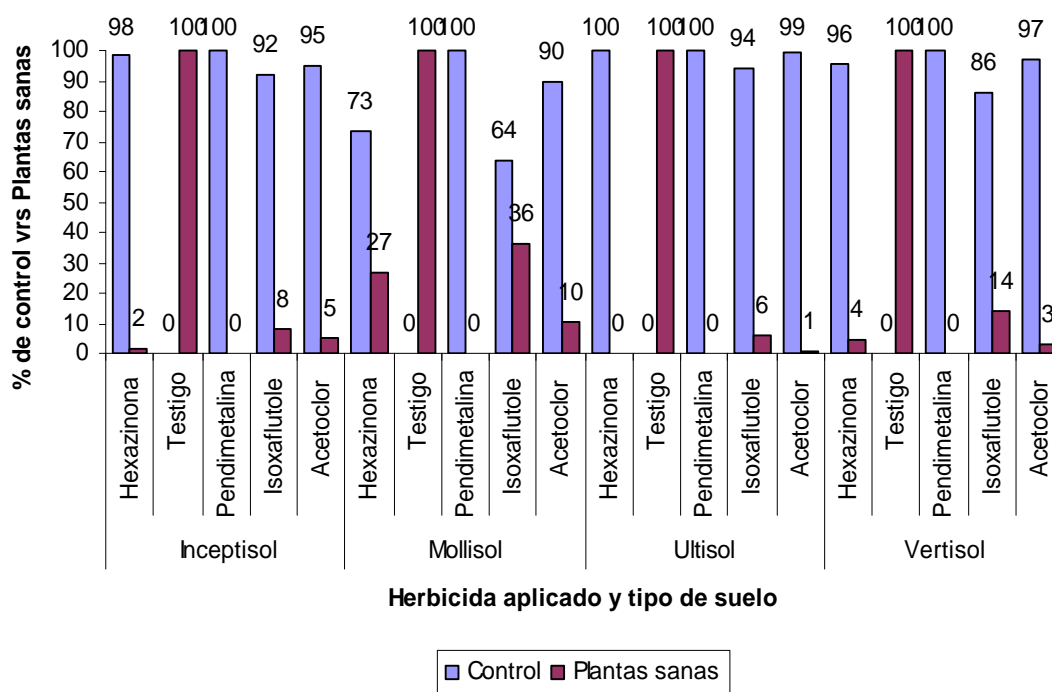
dda= días depues de aplicación

Anexo 3. Peso seco acumulado de plantas de *Rottboellia cochinchinensis* bajo cuatro tratamientos de herbicidas en cuatro tipos de suelos. Primera y Segunda Siembra. Grecia, 2005.

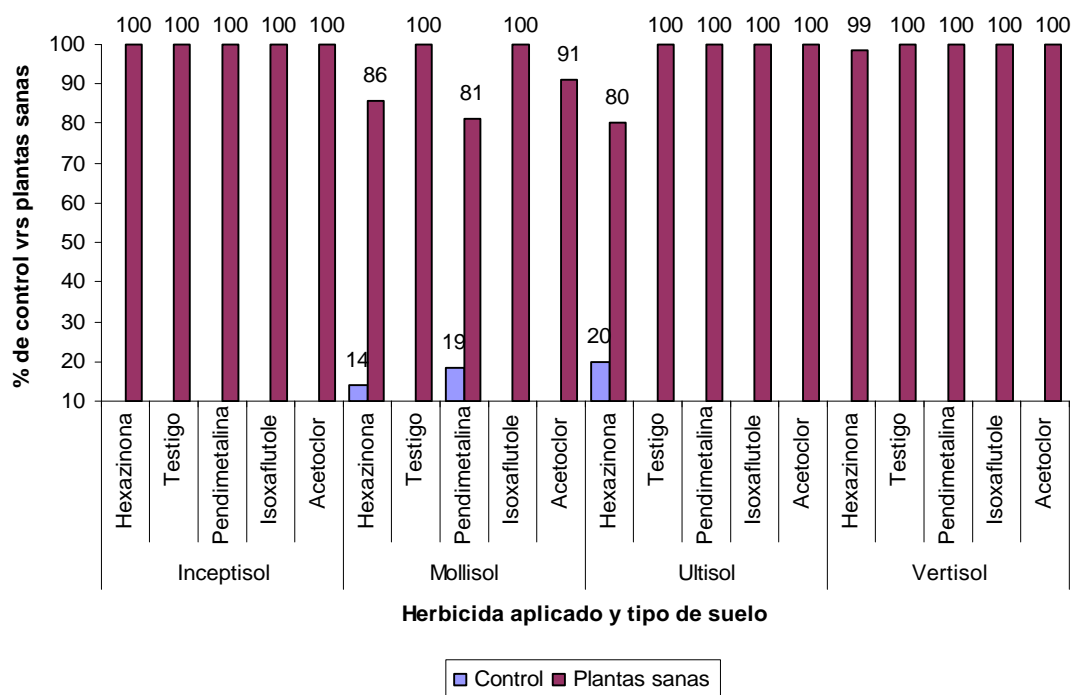
Tratamientos	Peso Seco (gramos)			
	Primera Siembra		Segunda Siembra	
Inceptisol Acetoclor	18,41	defg	3,02	cde
Inceptisol Hexazinona	0,00	a	2,77	bcde
Inceptisol Isoxaflutole	41,23	fg	1,37	abcd
Inceptisol Pendimetalina	0,48	ab	2,57	bcde
Inceptisol Testigo	59,79	g	1,98	bcd
Mollisol Acetoclor	1,70	abcd	2,18	bcde
Mollisol Hexazinona	18,74	cdefg	1,38	abcd
Mollisol Isoxaflutole	29,46	efg	2,73	cde
Mollisol Pendimetalina	0,00	a	0,42	ab
Mollisol Testigo	41,82	fg	2,14	bcde
Ultisol Acetoclor	0,01	a	0,92	abc
Ultisol Hexazinona	0,07	a	0,51	ab
Ultisol Isoxaflutole	1,23	abc	1,18	abcd
Ultisol Pendimetalina	0,00	a	0,09	a
Ultisol Testigo	4,23	abcde	1,18	abcd
Vertisol Acetoclor	11,82	bcdef	6,14	e
Vertisol Hexazinona	8,92	abcd	5,27	de
Vertisol Isoxaflutole	30,08	fg	1,17	abc
Vertisol Pendimetalina	0,00	a	0,92	abc
Vertisol Testigo	23,61	efg	0,38	ab



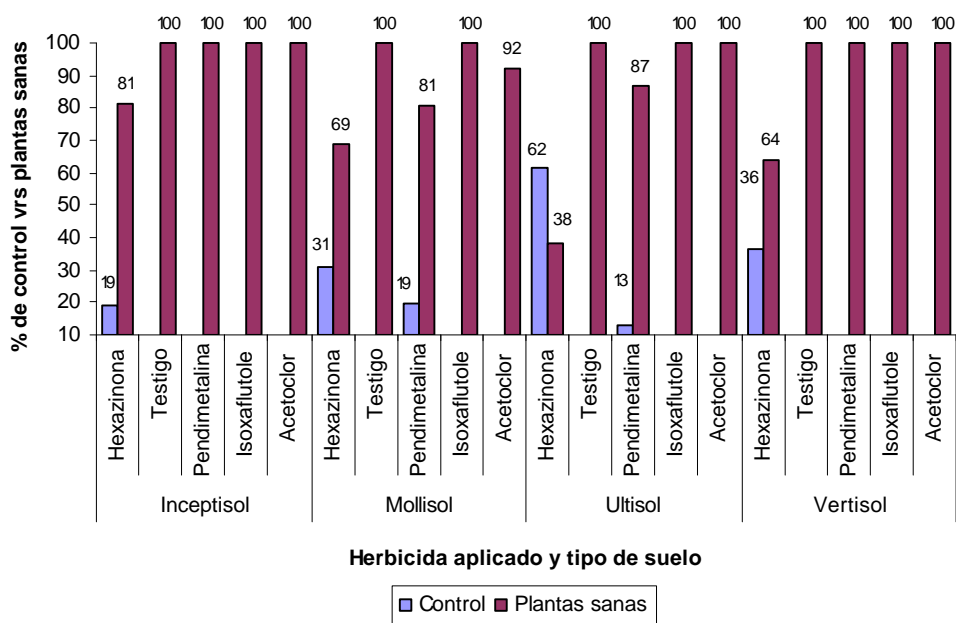
Anexo 4. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinesis*, bajo cuatro tipos de herbicidas y cuatro órdenes suelos. Evaluación a los 15 dda. Primera siembra. Grecia, 2005.



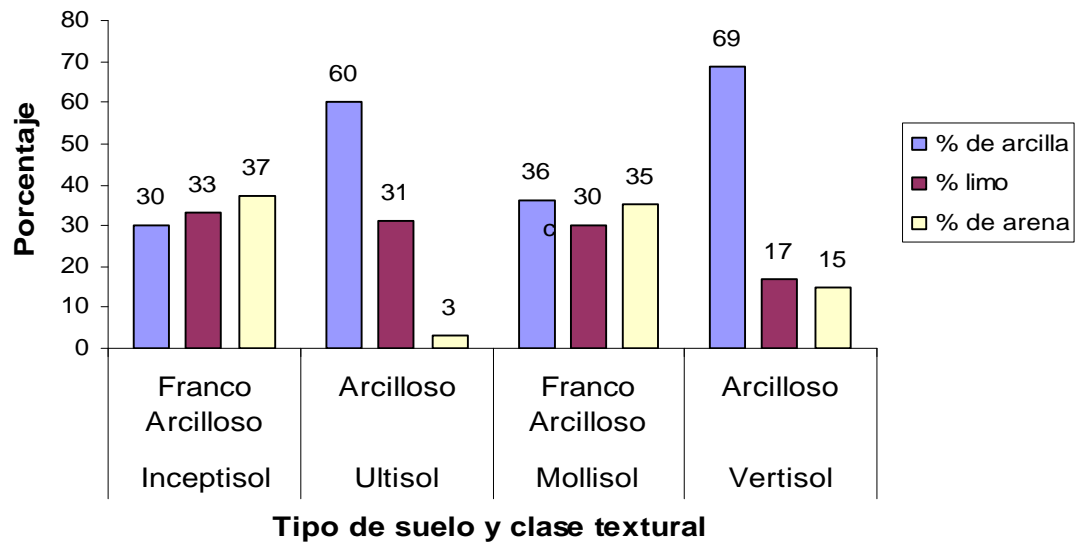
Anexo 5. Porcentaje de control vrs plantas sanas de *Rottboellia cochinchinesis*, bajo cuatro tipos de herbicidas y cuatro órdenes suelos. Evaluación a los 30 dda. Primera siembra. Grecia, 2005.



Anexo 6. Porcentaje de control vs plantas sanas de Rottboellia cochinchinensis, bajo cuatro tipos de herbicidas y cuatro órdenes suelos. Evaluación a los 15 dda. Segunda siembra. Grecia, 2005.



Anexo 7. Porcentaje de control vs plantas sanas de Rottboellia cochinchinensis, bajo cuatro tipos de herbicidas y cuatro órdenes suelos. Evaluación a los 30 dda. Segunda siembra. Grecia, 2005.



Anexo 8. Clase textural y porcentaje de componentes en cuatro órdenes de suelo. Grecia, 2005.

ANALISIS DE VARIANZAS

Anexo 9. ANDEVA del numero de plantas sanas 15 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$.

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Model	28,898	20	1,445	134,990	,000
SUELO	,346	3	,115	10,769	,000
HERBICID	19,315	4	4,829	451,128	,000
SUELO * HERBICID	1,010	12	8,415E-02	7,862	,0001
Error	,642	60	1,070E-02		
Total	29,540	80			

a R Squared = ,978 (Adjusted R Squared = ,971)

Prueba de medias (Tukey) de los tratamientos 15 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$.

Tratamientos	Plantas sanas
	15 dda
Inceptisol-Acetoclor	0,0000 a
Inceptisol-Hexazinona	0,0000 a
Mollisol-Acetoclor	0,0000 a
Mollisol-Pendimetalina	0,0000 a
Mollisol-Hexazinona	0,0000 a
Ultisol-Acetoclor	0,0000 a
Ultisol-Pendimetalina	0,0000 a
Ultisol-Hexazinona	0,0000 a
Vertisol-Acetoclor	0,0000 a
Vertisol-Pendimetalina	0,0000 a
Vertisol-Hexazinona	0,0000 a
Inceptisol-Pendimetalina	0,075 ab
Vertisol-Isoxaflutole	0,075 ab
Inceptisol-Isoxaflutole	0,119 ab
Ultisol-Isoxaflutole	0,314 b
Mollisol-Isoxaflutole	0,731 c
Inceptisol-Testigo	1,140 d
Vertisol-Testigo	1,173 d
Mollisol-Testigo	1,324 de
Ultisol-Testigo	1,462 e

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 1,070E-02.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b Alpha = ,05.

Anexo 10. ANDEVA del numero de plantas sanas 30 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	36,678	20	1,834	52,177	0,000
SUELO	1,258	3	,419	11,934	0,000
HERBICID	17,035	4	4,259	121,166	0,000
SUELO * HERBICID	1,396	12	,116	3,309	0,001
Error	2,109	60	3,515E-02		
Total	38,787	80			

a R Squared = ,946 (Adjusted R Squared = ,928)

Prueba de medias (Tukey) de los tratamientos 30 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$.

Tratamientos	Plantas sanas
	30 dds
Inceptisol-Pendimetalina	0,000 a
Mollisol-Pendimetalina	0,000 a
Ultisol-Pendimetalina	0,000 a
Ultisol-Hexazinona	0,000 a
Vertisol-Pendimetalina	0,000 a
Inceptisol-Hexazinona	0,075 a
Ultisol-Acetoclor	0,075 a
Vertisol-Acetoclor	0,150 a
Inceptisol-Acetoclor	0,226 a
Vertisol-Hexazinona	0,226 a
Inceptisol-Isoxaflutole	0,270 ab
Mollisol-Acetoclor	0,345 ab
Ultisol-Isoxaflutole	0,420 ab
Vertisol-Isoxaflutole	0,464 abc
Mollisol-Hexazinona	0,740 bcd
Mollisol-Isoxaflutole	0,941 cde
Inceptisol-Testigo	1,206 def
Vertisol-Testigo	1,268 ef
Mollisol-Testigo	1,345 ef
Ultisol-Testigo	1,465 f

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 3,515E-02.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b Alpha = ,05.

Anexo 11. ANDEVA del numero de plantas sanas 45 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: LOG10SAN

Source	Type III Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	52,455	20	2,623	77,798	0,000
SUELO	,975	3	,325	9,642	0,000
HERBICID	18,683	4	4,671	138,549	0,000
SUELO * HERBICID	1,829	12	,152	4,520	0,0001
Error	2,023	60	3,371E-02		
Total	54,478	80			

a R Squared = ,963 (Adjusted R Squared = ,950)

Prueba de medias (Tukey) de los tratamientos 45 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

Tratamientos	Plantas sanas
	45 dds
Inceptisol-Pendimetalina	0,0000 a
Inceptisol-Hexazinona	0,0000 a
Mollisol-Pendimetalina	0,0000a
Ultisol-Pendimetalina	0,0000a
Ultisol-Hexazinona	0,0753 a
Vertisol-Pendimetalina	0,0753 a
Vertisol-Hexazinona	0,1193 a
Ultisol-Acetoclor	0,1505 a
Vertisol-Acetoclor	0,4758 a
Inceptisol-Acetoclor	0,6483 bc
Mollisol-Acetoclor	0,7469 bcd
Mollisol-Hexazinona	,7741 bcde
Inceptisol-Isoxaflutole	0,9064 bcdef
Vertisol-Isoxaflutole	0,980 cdef
Ultisol-Isoxaflutole	1,0408 cdefg
Inceptisol-Testigo	1,1681 defg
Mollisol-Isoxaflutole	1,1932 defg
Vertisol-Testigo	1,2428 efg
Mollisol-Testigo	1,3467 fg
Ultisol-Testigo	1,5001 g

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 3,371E-02.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b Alpha = ,05.

Anexo 12. ANDEVA del numero de plantas sanas 60 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: LOG10SAN

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	53,866	20	2,693	84,363	0,000
SUELO	1,010	3	,337	10,544	0,000
HERBICID	18,505	4	4,626	144,910	0,000
SUELO * HERBICID	1,467	12	,122	3,829	0,0001
Error	1,916	60	3,193E-02		
Total	55,782	80			

a R Squared = ,966 (Adjusted R Squared = ,954)

Prueba de medias (Tukey) de los tratamientos 60 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

LOG10SAN
Tukey HSD

Tratamientos	Plantas sanas
	60 dds
Inceptisol-Pendimetalina	0,0000 a
Inceptisol-Hexazinona	0,0000 a
Mollisol-Pendimetalina	0,0000 a
Ultisol-Pendimetalina	0,0000 a
Ultisol-Hexazinona	0,0753 a
Vertisol-Pendimetalina	0,0753 a
Vertisol-Hexazinona	0,1193 ab
Ultisol-Acetoclor	0,3138 ab
Vertisol-Acetoclor	0,5638 bcd
Inceptisol-Acetoclor	0,6483 cd
Mollisol-Hexazinona	0,7868 de
Mollisol-Acetoclor	0,8336 de
Inceptisol-Isoxaflutole	0,9591 def
Vertisol-Isoxaflutole	0,9800 def
Ultisol-Isoxaflutole	1,0096 de
Mollisol-Isoxaflutole	1,2013 efg
Inceptisol-Testigo	1,2102 efg
Vertisol-Testigo	1,2342 efg
Mollisol-Testigo	1,3520 fg
Ultisol-Testigo	1,4602 g

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 3,193E-02.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b Alpha = ,05.

Anexo 13. ANDEVA del número de plantas floreadas 60 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$.

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: LOG10FLO

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	4,918	20	,246	20,787	0,000
SUELO	,791	3	,264	22,288	0,000
HERBICID	1,238	4	,309	26,152	0,000
SUELO * HERBICID	2,092	Inceptisol- Isoxaflutole	,174	14,736	0,0001
Error	,710	60	1,183E-02		
Total	5,628	80			

a R Squared = ,874 (Adjusted R Squared = ,832)

Prueba de medias (Tukey) de los tratamientos 60 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$.

LOG10FLO
Tukey HSD

Tratamientos	Plantas floreadas
	60 dds
Inceptisol-Acetoclor	0,000 a
Inceptisol-Pendimetalina	0,000 a
Inceptisol-Hexazinona	0,000 a
Mollisol-Acetoclor	0,000 a
Mollisol-Isoxaflutole	0,000 a
Mollisol-Pendimetalina	0,000 a
Mollisol-Testigo	0,000 a
Mollisol-Hexazinona	0,000 a
Ultisol-Isoxaflutole	0,000 a
Ultisol-Pendimetalina	0,000 a
Ultisol-Testigo	0,000 a
Ultisol-Hexazinona	0,000 a
Vertisol-Acetoclor	0,000 a
Vertisol-Pendimetalina	0,000 a
Vertisol-Hexazinona	0,000 a
Ultisol-Acetoclor	0,075 ab
Inceptisol-Isoxaflutole	0,270 abc
Vertisol-Testigo	0,314 bc
Vertisol-Isoxaflutole	0,389 c
Inceptisol-Testigo	0,949 d

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 1,183E-02.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b Alpha = ,05.

Anexo 14. ANDEVA del numero de plantas sanas 75 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: LOG10SAN

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	53,601	20	2,680	52,703	0,000
SUELO	,833	3	,278	5,459	0,002
HERBICID	16,613	4	4,153	81,672	0,000
SUELO * HERBICID	1,375	12	,115	2,253	0,020
Error	3,051	60	5,085E-02		
Total	56,653	80			

a R Squared = ,946 (Adjusted R Squared = ,928)

Prueba de medias (Tukey) de los tratamientos 75 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

LOG10SAN
Tukey HSD

Tratamientos	Plantas sanas
	75 dds
Inceptisol-Pendimetalina	0,000 a
Inceptisol-Hexazinona	0,000 a
Mollisol-Pendimetalina	0,000 a
Ultisol-Pendimetalina	0,075 ab
Vertisol-Pendimetalina	0,075 ab
Ultisol-Hexazinona	0,194 abc
Ultisol-Acetoclor	0,314 abcd
Vertisol-Hexazinona	0,450 abcde
Vertisol-Acetoclor	0,551 abcde
Inceptisol-Acetoclor	0,632 bcdef
Mollisol-Hexazinona	0,774 cdefg
Mollisol-Acetoclor	0,821 defg
Inceptisol-Isoxaflutole	0,926 efgh
Vertisol-Isoxaflutole	0,970 efgh
Ultisol-Isoxaflutole	0,972 efgh
Mollisol-Isoxaflutole	1,176 fgh
Inceptisol-Testigo	1,210 fgh
Vertisol-Testigo	1,234 gh
Mollisol-Testigo	1,352 gh
Ultisol-Testigo	1,460 h

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 5,085E-02.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b Alpha = ,05.

Anexo 15. ANDEVA del numero de plantas floreadas a los 75 días post -aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$.

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: LOG10FLO

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	39,168	20	1,958	37,300	0,000
SUELO	,621	3	,207	3,943	0,012
HERBICID	16,508	4	4,127	78,602	0,000
SUELO * HERBICID	1,908	12	,159	3,028	0,002
Error	3,150	60	5,250E-02		
Total	42,318	80			

a R Squared = ,926 (Adjusted R Squared = ,901)

Prueba de medías (Tukey) de los tratamientos 75 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a $\log_{10}(k)+1$.

LOG10FLO
Tukey HSD

Tratamientos	Plantas floreadas
	75 dds
Inceptisol-Pendimetalina	0,000 a
Inceptisol-Hexazinona	0,000 a
Mollisol-Acetoclor	0,000 a
Mollisol-Pendimetalina	0,000 a
Ultisol-Pendimetalina	0,000 a
Vertisol-Pendimetalina	0,000 a
Ultisol-Hexazinona	0,075 a
Ultisol-Acetoclor	0,075 a
Vertisol-Acetoclor	0,226 ab
Vertisol-Hexazinona	0,331 abc
Inceptisol-Acetoclor	0,420 abc
Ultisol-Isoxaflutole	0,508 abc
Mollisol-Hexazinona	0,723 bcd
Inceptisol-Isoxaflutole	0,775 bcd
Vertisol-Isoxaflutole	0,850 cd
Mollisol-Isoxaflutole	1,130 d
Inceptisol-Testigo	1,140 d
Vertisol-Testigo	1,216 d
Ultisol-Testigo	1,273 d
Mollisol-Testigo	1,288 d

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 5,250E-02.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b Alpha = ,05.

Anexo 16. ANDEVA del numero de plantas sanas 15 días después de iniciada la segunda siembra. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: LOG10SAN

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	140,281	19	7,383	730,328	0,000
SUELO	,340	3	,113	11,224	0,000
HERBICID	7,316E-02	4	1,829E-02	1,809	0,140
SUELO * HERB	,162	11	1,474E-02	1,458	0,173
Error	,576	57	1,011E-02		
Total	140,857	76			

a R Squared = ,996 (Adjusted R Squared = ,995)

Prueba de medías (Tukey) de los tratamientos 15 días después de iniciada la segunda siembra. Valores transformados a log log₀ (k)+1.

LOG10SAN
Tukey HSD

Tratamientos	Plantas sanas
	15 dda segunda siembra
Inceptisol-Isoxaflutole	1,217 a
Ultisol-Hexazinona	1,242 a
Inceptisol-Pendimetalina	1,247 a
Inceptisol-Hexazinona	1,258 a
Inceptisol-Acetoclor	1,264 a
Vertisol-Hexazinona	1,287 ab
Vertisol-Testigo	1,310 ab
Vertisol-Isoxaflutole	1,329 ab
Vertisol-Acetoclor	1,334 ab
Ultisol-Testigo	1,355 ab
Mollisol-Pendimetalina	1,375 ab
Ultisol-Acetoclor	1,392 ab
Mollisol-Hexazinona	1,401 ab
Mollisol-Acetoclor	1,419 ab
Vertisol-Pendimetalina	1,419 ab
Ultisol-Isoxaflutole	1,441 ab
Mollisol-Testigo	1,464 ab
Ultisol-Pendimetalina	1,478 ab
Mollisol-Isoxaflutole	1,527 b

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 1,011E-02.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b Alpha = ,05.

Anexo 17. ANDEVA del numero de plantas sanas 30 días después de iniciada la segunda siembra. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: LOG10SAN

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	131,339	19	6,913	224,220	0,000
SUELO	,342	3	,114	3,695	0,017
HERBICID	1,186	4	,296	9,615	0,000
SUELO * HERBICID	,753	11	6,849E-02	2,222	0,025
Error	1,757	57	3,083E-02		
Total	133,096	76			

a R Squared = ,987 (Adjusted R Squared = ,982)

Prueba de medias (Tukey) de los tratamientos 30 días después de iniciada la segunda siembra. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

LOG10SAN
Tukey HSD

Tratamientos	Plantas sanas
	30 dda segunda siembra
Ultisol-Hexazinona	,6851 a
Inceptisol-Hexazinona	1,1250 a
Vertisol-Hexazinona	1,1309 a
Inceptisol-Isoxaflutole	1,2604 b
Inceptisol-Acetoclor	1,2847 b
Inceptisol-Pendimetalina	1,2885 b
Ultisol-Pendimetalina	1,3052 b
Mollisol-Hexazinona	1,3063 b
Vertisol-Testigo	1,3353 b
Vertisol-Acetoclor	1,3426 b
Vertisol-Isoxaflutole	1,3456 b
Vertisol-Pendimetalina	1,3534 b
Ultisol-Testigo	1,3610 b
Mollisol-Pendimetalina	1,3699 b
Ultisol-Acetoclor	1,3994 b
Mollisol-Acetoclor	1,4247 b
Mollisol-Testigo	1,4643 b
Ultisol-Isoxaflutole	1,4733 b
Mollisol-Isoxaflutole	1,5006 b

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 3,083E-02.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b Alpha = ,05.

Anexo 18. ANDEVA del numero de plantas sanas 45 días después de iniciada la segunda siembra. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: LOG10SAN

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	127,130	19	6,691	168,582	0,000
SUELO	,505	3	,168	4,242	0,009
HERBICID	1,245	4	,311	7,841	0,000
SUELO * HERBICID	,972	11	8,833E-02	2,226	0,025
Error	2,262	57	3,969E-02		
Total	129,393	76			

a R Squared = ,983 (Adjusted R Squared = ,977)

Prueba de medias (Tukey) de los tratamientos 45 días después de iniciada la segunda siembra. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

LOG10SAN
Tukey HSD

Tratamientos	Plantas sanas
	45 dda segunda siembra
Inceptisol-Hexazinona	0,00 a
Mollisol-Pendimetalina	0,00 a
Ultisol-Pendimetalina	0,00 a
Inceptisol-Pendimetalina	0,00 a
Ultisol-Hexazinona	0,07 a
Vertisol-Pendimetalina	0,07 ^a
Vertisol-Hexazinona	0,12 a
Ultisol-Acetoclor	0,15 a
Vertisol-Acetoclor	0,48 ab
Inceptisol-Acetoclor	0,65 bc
Mollisol-Acetoclor	0,75 bcd
Mollisol-Hexazinona	0,77 bcde
Inceptisol-Isoxaflutole	0,91 bcdef
Vertisol-Isoxaflutole	0,98 cdef
Ultisol-Isoxaflutole	1,04 defg
Inceptisol-Testigo	1,17 defg
Mollisol-Isoxaflutole	1,19 defg
Vertisol-Testigo	1,24 e
Mollisol-Testigo	1,35 fg
Ultisol-Testigo	1,50 g

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 3,969E-02.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b Alpha = ,05.

Anexo 19. ANDEVA del peso seco de los tratamientos 75 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a log log10 (k)+1.

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: LOG10PSC

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	76,117	20	3,806	44,036	0,000
SUELO	7,153	3	2,384	27,588	0,000
HERBICID	20,109	4	5,027	58,167	0,000
SUELO * HERBICID	6,009	12	,501	5,794	0,000
Error	5,186	60	8,643E-02		
Total	81,303	80			

a R Squared = ,936 (Adjusted R Squared = ,915)

Prueba de medias (Tukey) de peso seco de los tratamientos 75 días post-aplicación de los herbicidas pre-emergentes. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

LOG10PSC
Tukey HSD

Tratamientos	Peso seco 75 dda
Inceptisol-Hexazinona	0,000 a
Mollisol-Pendimetalina	0,000 a
Ultisol-Pendimetalina	0,000 a
Vertisol-Pendimetalina	0,000 a
Ultisol-Acetoclor	0,006 a
Ultisol-Hexazinona	0,027 a
Inceptisol-Pendimetalina	0,117 ab
Ultisol-Isoxaflutole	0,338 abc
Mollisol-Acetoclor	0,420 abcd
Vertisol-Hexazinona	0,573 abcd
Ultisol-Testigo	0,708 abcd
Vertisol-Acetoclor	0,870 bcdef
Mollisol-Hexazinona	1,057 cdefg
Inceptisol-Acetoclor	1,186 defg
Vertisol-Testigo	1,385 efg
Mollisol-Isoxaflutole	1,464 efg
Vertisol-Isoxaflutole	1,487 fg
Mollisol-Testigo	1,612 fg
Inceptisol-Isoxaflutole	1,616 fg
Inceptisol-Testigo	1,769 g

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 8,643E-02.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b Alpha = ,05.

Anexo 20. ANDEVA del peso seco de los tratamientos 45 días después de iniciada la segunda siembra. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: LOG10PSC

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	14,529	19	,765	31,119	0,000
SUELO	,727	3	,242	9,868	0,000
HERBICID	,778	4	,194	7,911	0,000
SUELO * HERBICID	1,453	11	,132	5,377	0,000
Error	1,401	57	2,457E-02		
Total	15,929	76			

a R Squared = ,912 (Adjusted R Squared = ,883)

Prueba de medias (Tukey) de los tratamientos 45 días post-siembra de la segunda siembra. Valores transformados a log₁₀ (k)+1.

LOG10PSC
Tukey HSD

Tratamientos	Peso seco
	45 dda segunda siembra
Ultisol-Pendimetalina	0,036 a
Vertisol-Testigo	0,129 ab
Ultisol-Hexazinona	0,145 ab
Mollisol-Pendimetalina	0,148 ab
Vertisol-Pendimetalina	0,274 abc
Ultisol-Acetoclor	0,279 abc
Vertisol-Isoxaflutole	0,312 abc
Ultisol-Isoxaflutole	0,336 abcd
Ultisol-Testigo	0,337 abcd
Inceptisol-Isoxaflutole	0,344 abcd
Mollisol-Hexazinona	0,364 abcd
Mollisol-Testigo	0,492 bcde
Inceptisol-Pendimetalina	0,504 bcde
Mollisol-Acetoclor	0,504 bcde
Inceptisol-Hexazinona	0,518 bcde
Mollisol-Isoxaflutole	0,563 cde
Inceptisol-Acetoclor	0,595 cde
Vertisol-Hexazinona	0,736 de
Vertisol-Acetoclor	0,782 e

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 2,457E-02.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b Alpha = ,05.

Anexo 21. Análisis químico del suelo Ultisol.

Identificación	H ₂ O	cmol(+)/L				mg/L				
Ultisol	pH	K	Ca	Mg	Acidez Ext	P	Fe	Cu	Zn	Mn
	5,6	0,21	2,33	0,53	0,37	4	105	8	0,9	2
					baja	bajo	alto	medió	bajo	bajo
Valor de Fertilidad										
Saturación de Acidez (%)	10,76	media								
Suma de cationes (cmol)	3,07	baja								
CICE (cmol)	3,44	bajo								
Interpretación de Relaciones										
Relación		interpretación								
Ca/Mg	4,4	Hay equilibrio								
Ca/K	11,1	Hay equilibrio								
Mg/K	2,52	Hay carencia de Mg respecto a K								
Ca+ Mg/K	13,62	Hay equilibrio								

Anexo 22. Análisis químico del suelo Inceptisol.

Identificación	H ₂ O	cmol(+)/L				mg/L				
Inceptisol	pH	K	Ca	Mg	Acidez Ext	P	Fe	Cu	Zn	Mn
	6,8	1,38	13,9	6,2	0,09	42	62	10	3,1	14
					baja	alto	medió	medió	medió	medió
Valor de Fertilidad										
Saturación de Acidez (%)	0,42	baja								
Suma de cationes (cmol)	21,49	media								
CICE (cmol)	21,58	media								
Interpretación de Relaciones										
Relación		interpretación								
Ca/Mg	2,24	Hay equilibrio								
Ca/K	10,08	Hay equilibrio								
Mg/K	4,49	Hay equilibrio								
Ca+ Mg/K	14,57	Hay equilibrio								

Anexo 23. Análisis químico del suelo Vertisol.

Identificación	H ₂ O	cmol(+)/L				mg/L				
Vertisol	pH	K	Ca	Mg	Acidez Ext	P	Fe	Cu	Zn	Mn
	6,8	0,34	24,1	16,1	0,09	14	31	15	4,4	15
					baja	medió	medió	medió	medió	medió
Valor de Fertilidad										
Saturación de Acidez (%)	0,22	baja								
Suma de cationes (cmol)	40,58	alta								
CICE (cmol)	40,67	alto								
Interpretación de Relaciones										
Relación		interpretación								
Ca/Mg	1,5	Hay carencia de Ca respecto a Mg								
Ca/K	70,97	Hay carencia de Ca respecto a K								
Mg/K	47,38	Hay carencia de K respecto a Mg								
Ca+ Mg/K	118,4	Hay carencia de K respecto a Ca y Mg								

Anexo 24. Análisis químico del suelo Mollisol.

Identificación	H ₂ O	cmol(+)/L				mg/L				
Mollisol	pH	K	Ca	Mg	Acidez Ext	P	Fe	Cu	Zn	Mn
	6,9	0,28	8,08	2,37	0,1	3	94	10	1,4	4
					baja	bajo	medió	medió	bajo	bajo
Valor de Fertilidad										
Saturación de Acidez (%)	0,92	baja								
Suma de cationes (cmol)	10,73	media								
CICE (cmol)	10,83	medió								
Interpretación de Relaciones										
Relación		interpretación								
Ca/Mg	3,41	Hay equilibrio								
Ca/K	28,86	Hay carencia de Ca respecto a K								
Mg/K	8,46	Hay equilibrio								
Ca+ Mg/K	37,32	Hay equilibrio								