

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
CARRERA DE AGRONOMIA**



“EVALUACION DEL EFECTO TOXICOLOGICO CAUSADO POR SIETE PRODUCTOS RODENTICIDAS PARA EL CONTROL DE LA RATA CAÑERA (*Sigmodon hispidus*) EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum*), BAJO CONDICIONES DE CAUTIVERIO. EN LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA”

WILLIAM ESTUARDO RAMOS TAY

LA DEMOCRACIA ESCUINTLA, JULIO DE 2011

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
CARRERA DE AGRONOMIA**

**“EVALUACION DEL EFECTO TOXICOLOGICO CAUSADO POR SIETE
PRODUCTOS RODENTICIDAS PARA EL CONTROL DE LA RATA
CAÑERA (Sigmodon hispidus) EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR
(Saccharum officinarum), BAJO CONDICIONES DE CAUTIVERIO.
EN LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Presentado a las Autoridades de la División de
Ciencia y Tecnología
del Centro Universitario de Occidente
de la Universidad de San Carlos de Guatemala.**

Por:

WILLIAM ESTUARDO RAMOS TAY

Previo a conferírsele el Título de:

**INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA**

En el Grado Académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS.

La Democracia Escuintla, de 2011

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

AUTORIDADES

Rector Magnífico:
Secretario General:

Lic. Carlos Estuardo Gálvez B.
Dr. Carlos G. Alvarado Cerezo.

CONSEJO DIRECTIVO

Director General CUNOC:
Secretario Administrativo:

Licda. María del Rosario Paz Cabrera.
Lic. César Haroldo Milian Requena.

REPRESENTANTES DE LOS DOCENTES

Dr. Oscar Arango B.
Lic. Teodulo Cifuentes.

REPRESENTANTES DE LOS ESTUDIANTES

Br. Juan Antonio Mendoza Barrios.
Br. Edward Paúl Navarro Mérida.

DIRECCION DE LA DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa.

COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMIA.

Ing. Agr. MSc. Juan Alfredo Bolaños González.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
CARRERA DE AGRONOMIA**

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN TECNICO PROFESIONAL

DIRECTOR DE DIVISION

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa.

PRESIDENTE

Ing. Agr. Edgar Rolando Solares.

EXAMINADORES

Ing. Agr. MSc. Henry López Galindo.
Ing. Agr. MSc. Carlos Gutierrez L.

SECRETARIO

Ing. Agr. MSc. Henry López Galindo.

NOTA: “Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en el presente trabajo de graduación” (Artículo 31 del reglamento para Exámenes Técnicos Profesionales del Centro Universitario de Occidente, y Artículo 19 de la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.)

Escuintla, Julio de 2011

HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO
HONORABLE MESA DE PROTOCOLO Y ACTO DE JURAMENTACION

De conformidad con las normas que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo titulado:

**“EVALUACION DEL EFECTO TOXICOLOGICO CAUSADO POR SIETE
PRODUCTOS RODENTICIDAS PARA EL CONTROL DE LA RATA CAÑERA
(*Sigmodon hispidus*) EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR
(*Saccharum officinarum*), BAJO CONDICIONES DE CAUTIVERIO.
EN LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA”**

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente.



William Estuardo Ramos Tay.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

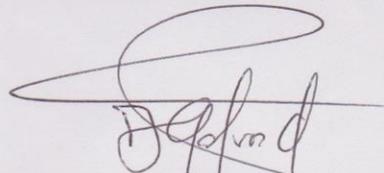


Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Occidente

El infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**
Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE GRADUACIÓN** No. 012-AGR-2011 de fecha cinco de julio del año dos mil once del (la) estudiante: WILLIAM ESTUARDO RAMOS TAY con Carné No 200430879 emitida por el Coordinador de la Carrera de AGRONOMIA, por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: "EVALUACIÓN DEL EFECTO TOXICOLÓGICO CAUSADO POR SIETE PRODUCTOS RODENTICIDAS PARA EL CONTROL DE LA RATA CAÑERA (*Sigmodon hispidus*) EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) BAJO CONDICIONES DE CAUTIVERIO EN LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA. "

Quetzaltenango, 06 de julio de 2011.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Héctor Alvarado Quiroa
Director de División de Ciencia y Tecnología



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Quetzaltenango 17 de junio 2011.

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa
Director División de Ciencia y Tecnología
Centro Universitario de Occidente
Ciudad.

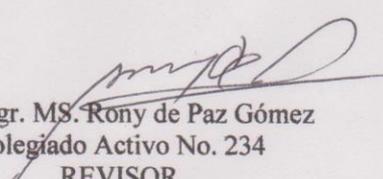
Ing. Alvarado:

Me dirijo a Ud. Para manifestarle que por la asignación emitida por esa Dirección en of. No. 025/SDCCT/2011, de fecha 13 de junio 2011; he procedido a la REVISIÓN FINAL del trabajo de graduación del estudiante Universitario WILLIAM ESTUARDO RAMOS TAY, titulado: "EVALUACIÓN DEL EFECTO TOXICOLOGICO CAUSADO POR SIETE PRODUCTOS RODENTICIDAS PARA EL CONTROL DE LA RATA CAÑERA (*sigmodon hispidus*) EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR (*sacchanum officinarum*), BAJO CONDICIONES DE CAUTIVERIO EN LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA"

Habiéndole hecho todas las enmiendas necesarias, considero que dicha investigación además de cumplir con los requisitos que esta casa de estudios exige, es un valioso aporte para la producción de caña de azúcar en Guatemala, por lo que RECOMIENDO SU PUBLICACIÓN.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. MS. Rony de Paz Gómez
Colegiado Activo No. 234
REVISOR

c.c.archivo/RDP

Escuintla, 10 de marzo de 2011

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa.
Director División de Ciencia y Tecnología.
Facultad de Agronomía.
Centro Universitario de Occidente.

Saludándole y deseándole éxitos en sus actividades, me dirijo a usted para informarle que siendo el asesor del trabajo de investigación inferencial, titulado, **“Evaluación del efecto toxicológico causado por siete productos rodenticidas para el control de rata cañera (*Sigmodon hispidus*) en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), bajo condiciones de cautiverio. En la Democracia, Escuintla, Guatemala”** Presentado por el estudiante: William Estuardo Ramos Tay. Con número de carné estudiantil: 200430879, trabajo que reúne los requisitos para ser sometido a revisión.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

Ing. Agr. Edgar Rolando Solares Monterroso

Colegiado Activo No 3090.

Asesor.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: El eterno Padre Celestial de sabiduría perfecta e infinita, que me provisto de vida y sabiduría para salir adelante y alcanzar ésta meta.

A MI MADRE: Rosa Amelia Tay Tuy, sea este un insignificante tributo a su trabajo, a sus desvelos, a sus lagrimas, a sus enormes e indecibles sacrificios.

A MIS HERMANAS: Elma Andreina Ramos Tay, Mely Beatriz Tay. Que este triunfo sea un ejemplo para cada una de ellas.

A MI SOBRINA: Barbara Daniela Guit Ramos. Con amor y que sea un ejemplo a seguir.

A MIS TIOS: Por los consejos y apoyo incondicional durante toda mi trayectoria profesional.

A MIS PRIMOS: Que logren sus metas y que este triunfo sea un ejemplo para que sigan adelante.

A MIS ABUELAS: María Antonia Yaxón, Angelina Tuy Vicente. Por su amor y apoyo incondicional.

EN ESPECIAL: Daniel Oswaldo Soto Poncio. Por su apoyo, consejos y motivación para lograr esta meta.

A MI FAMILIA EN GENERAL: Con mucho aprecio y cariño.

A MIS COMPAÑEROS: Éxitos en su vida profesional.

AGRADECIMIENTO

A: Centro Universitario de Occidente (CUNOC), Universidad de San Carlos de Guatemala.

A: Docentes de la carrera de Agronomía del Centro Universitario de Occidente (CUNOC)

A mi Asesor: Ing. Agr. Edgar Rolando Solares (Gerente de Investigación y Desarrollo Agrícola), por el apoyo y esfuerzo brindado en la elaboración del presente trabajo.

A mi revisor: Ing. Agr. Rony de Paz. Por su respetuosa experiencia y sencillez.

Al Departamento de Investigación y Desarrollo agrícola, Ingenio Magdalena: Por permitirme realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS)

Especialmente A: Ing. Juan Jose Asencio Rodriguez, Dr. Francisco Badilla, Ing Agr. Franz Hentze. Por el apoyo incondicional en la ejecución de este trabajo.

A: Todas aquellas personas que de alguna forma colaboraron en la ejecución del presente trabajo.

A: Usted, Respetuosamente.

INDICE

Contenido	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.1.1 Objetivo general:.....	3
1.1.2 Objetivos específicos:	3
1.2 HIPOTESIS	4
2. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Características del comportamiento de la rata de campo (<i>Sigmodon hispidus</i>) en caña de azúcar: Bases ecológicas para comprender su importancia económica.	5
2.2 Factores en la dinámica poblacional.....	6
2.2.1 Ciclos multianuales.	6
2.2.2 La importancia del clima en la dinámica poblacional de la rata..	7
2.2.3 Variación temporal de <i>Sigmodon hispidus</i> y el daño al cultivo de la caña de azúcar.	9
2.3 Análisis del comportamiento de la población de ratas en el cultivo de la caña de azúcar.....	11
2.3.1 Etapa de cosecha.....	11
2.3.2 Etapa de macollamiento.....	12
2.3.3 Etapa de elongación	12
2.3.4 Etapa de maduración.....	14
2.4 Importancia económica de la rata en el cultivo de la caña de azúcar.....	15
2.4.1 El criterio de control.....	17
2.5 Rodenticidas anticoagulantes y las características de palatabilidad y toxicidad que orientan su uso en campo para el control de la rata.....	18
2.5.1 Tipos de rodenticidas anticoagulantes.....	18
2.5.2 El rodenticida adecuado para en el control en caña.....	18
2.5.3 ¿Cómo actúan los anticoagulantes?	19
2.5.4 Resistencia a rodenticidas anticoagulantes.	20
2.6 Metodología del análisis Probit.....	21
2.7 Estudios similares realizados en el control de esta plaga.....	21
2.7.1 El cebo de mayor preferencia y el hábitat con mayor actividad de ratas.....	21
2.7.1.1 El cebo de mayor preferencia.....	22
2.7.1.2 El hábitat con mayor actividad de ratas.....	23
3. MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1 Ubicación Geográfica.....	24
3.2 Condiciones climáticas.....	24
3.3 Zona de vida.....	24
3.4 Región fisiográfica.....	25
3.5 Características edafológicas.....	25
3.6 Descripción del experimento.....	25
3.7 Diseño experimental.....	26
3.8 Descripción de los tratamientos.....	26

3.9 Variables de Respuesta.....	28
3.10 Análisis	28
3.11 Manejo del experimento.	29
4. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	31
4.1 Tiempo letal al 50% (TL 50).....	31
4.3 Porcentaje de mortandad.	37
5. CONCLUSIONES	40
6. RECOMENDACIONES.....	41
7. BIBLIOGRAFIA	42
8. ANEXOS	45

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
Figura 1. Esquema de las relaciones entre factores que influyen en la población de <i>Microtus californicus</i> . Tomado de Lidicker, 1988, Journal of Mammalogy Vol. 69 (2).....	7
Figura 2. Historial del porcentaje de tallos dañados por rata, para los diferentes estratos de la zona cañera de Guatemala. CENGICAÑA-CAÑAMIP, 2008.	9
Figura 3. Porcentajes de captura y tallos dañados por rata en finca San Caralampio (secciones 5 y 6) durante el 2002. CENGICAÑA-CAÑAMIP, 2008.	10
Figura 4. Porcentajes de captura y tallos dañados por rata en finca San Fernando (Tierra Buena, lote 4-2, 4-3 y 4-27) durante el 2002. CENGICAÑA-CAÑAMIP, 2008.....	10
Figura 5. Metabolismo de la vitamina K.	20
Figura 6. Preferencia de los rodenticidas evaluados. Igenio tulula.	23
Figura 7. Determinación del tiempo letal 50 (TL 50) en ocho tratamientos para el control de <i>Sigmodon hispidus</i> bajo condiciones de cautiverio. 2010.	33
Figura 8: Comportamiento de 8 tratamientos para el control de <i>Sigmodon hispidus</i> bajo condiciones de cautiverio. 2010.	34
Figura 9. Determinación del tiempo letal 90 (TL 90) en ocho tratamientos para el control de <i>Sigmodon hispidus</i> bajo condiciones de cautiverio. 2010	36
Figura 10: Comportamiento de 8 tratamientos para el control de <i>Sigmodon hispidus</i> bajo condiciones de cautiverio TL90. 2010.....	37
Figura 11. Comportamiento de 8 tratamientos para el control de <i>Sigmodon hispidus</i> . En porcentaje de mortandad. 2010.	39
Figura 1A: Comportamiento del TL 50 del producto rodenticida Fysa 101. 2010.....	46
Figura 2A: Comportamiento del TL 50 del producto rodenticida Fysa 102. 2010.....	47
Figura 3A: Comportamiento del TL50 del producto rodenticida Fysa 103. 2010.....	48
Figura 4A: Comportamiento del TL50 del producto rodenticida Fysa 104. 2010.....	49
Figura 5A: Comportamiento del tiempo letal del producto rodenticida Felino. 2010.....	50
Figura 6A: Comportamiento del tiempo letal del producto rodenticida Caisa. 2010.....	51
Figura 7A: Comportamiento del tiempo letal del producto rodenticida Matarata. 2010.....	52
Figura 8A: Determinación del TL 50 para el tratamiento testigo con <i>Sigmodon hispidus</i> bajo condiciones de cautiverio.	54

INDICE DE CUADROS

CUADRO	Pág.
Cuadro 1. Clasificación científica de la Rata cañera (<i>Sigmodon hispidus</i> .)	5
Cuadro 2. Área de monitoreo y promedio de daño por rata en cosecha para las zafra 2006-2007 y 2007-2008 en el estrato Bajo y Litoral de la zona cañera. 16	
Cuadro 3. Área de monitoreo y promedio de daño por rata en cosecha para las zafra 2006-2007 y 2007-2008 en el estrato Medio de la zona cañera. CAÑAMIP, 2008.....	17
Cuadro 4. Productos químicos y orgánicos para el control de rata cañera en el cultivo de caña de azúcar.....	26
Cuadro 5. Resumen del tiempo letal (TL 50) para el control de <i>Sigmodon hispidus</i> bajo condiciones de cautiverio. 2010.....	32
Cuadro 6. Resumen del tiempo letal (TL 90) para el control de <i>Sigmodon hispidus</i> bajo condiciones de cautiverio. 2010.....	35
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable porcentaje de mortandad transformados a arcoseno. Datos del 15 de enero de 2010.....	38
Cuadro 8. Comparación de medias del porcentaje de mortandad expresado en porcentaje, mediante el método de tukey al 5% de significancia.	38
Cuadro 1A . Probits correspondientes a los distintos valores para la función suma de la distribución normal. Bioasesoría Internacional. Dr. Francisco Badilla. 45	
Cuadro 2A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.....	46
Cuadro 3A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.....	47
Cuadro 4A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.....	48
Cuadro 5A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.....	49
Cuadro 6A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.....	50
Cuadro 7A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.....	51
Cuadro 8A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.....	52
Cuadro 9A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.....	53
Cuadro 10A. Porcentaje de mortalidad y el tiempo promedio de muerte para los 6 rodenticidas evaluados. CENGICANA-CAÑAMIP, 2008	54
Cuadro 11A. Datos de tres variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2,010 en el área experimental.....	55
Cuadro 12A. Datos de tres variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2,010 en el área experimental.....	56
Cuadro 13A. Datos del porcentaje de mortandad no transformados a arcoseno. 2010.	56

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el laboratorio de plagas ubicado en el casco de la finca Buganvilla del ingenio Magdalena S.A., el cual se localiza en el Km. 99.5 carretera a Sipacate municipio de La Democracia, Escuintla.

La investigación se realizó a nivel experimental y el objetivo planteado consistió en evaluar el efecto toxicológico ocasionado por distintos tipos de rodenticidas para el control de rata cañera (*Sigmodon hispidus*) que afecta el cultivo de la caña de azúcar. Debido a que existe escasa información respecto al efecto y tiempo letal de los rodenticidas químicos utilizados actualmente para el control de la plaga en la industria azucarera, pero especialmente para el caso de productos orgánicos como una nueva propuesta y alternativa de control, se planteó una metodología que permitiera determinar el mismo.

El diseño experimental utilizado fue un completo azar con tres repeticiones y ocho tratamientos; las variables evaluadas fueron el tiempo letal de cada tratamiento y porcentaje de mortandad. La evaluación se estableció bajo condiciones de laboratorio o cautiverio, para lo cual se utilizó una jaula teniendo una medida de 0.20m X 0.40m. X 0.40m donde se confinó la unidad experimental, en total se definieron 120 unidades experimentales (ratas). Para esta investigación fue necesario realizar capturas de ratas en los diferentes lotes y fincas del ingenio, las capturas se realizaron con trampas colocadas en lotes de cañaverales previamente muestreados o con antecedentes históricos de presencia. Se utilizaron solamente ratas de la especie S. hispidus las que fueron seleccionadas y clasificadas visualmente por sus características fenotípicas.

Los tratamientos utilizados fueron tres químicos, entre ellos Felino, Caisa, y Matarata. Los cuatro rodenticidas orgánicos fueron: Fysa 101, Fysa 102, Fysa 103 y Fysa 104. Al tratamiento testigo no se le suministró ningún rodenticida; todos los tratamientos se suministraron el mismo día y fecha a una sola dosis.

Las variables en estudio tales como el tiempo letal y el porcentaje de mortandad de los tratamientos fueron diferentes tanto para productos químicos, como para productos botánicos, los resultados más relevantes

mostraron que el producto con un tiempo letal más corto es el Rodenticida Caisa, a una dosis comercial de 10 gr por individuo, causando la muerte de 50% de la población evaluada en un tiempo letal de 11 días. Y el efecto toxicológico sobre el 90% de la población evaluada lo causo a los 25 días.

De los productos biológicos derivados de extractos botánicos, se pudo determinar que el rodenticida Fysa 104 fue el tratamiento con mejores resultados dando un total de 32.46 días para causar la mortandad sobre el 90% de la población evaluada y 18.92 días en causar la mortandad del 50% de la población sometida al tratamiento.

De los siete tratamientos en evaluación para la variable porcentaje de mortandad se confirmó que el rodenticida Caisa logró alcanzar el 81% estadísticamente similar al tratamiento con el producto Fysa 104 el cual obtuvo un 81 del porcentaje de mortandad.

1. INTRODUCCIÓN

La agroindustria azucarera guatemalteca representa el 23.82% del valor total de la producción agrícola guatemalteca y el 13.65% de las exportaciones totales del país. Es el segundo sector del 3% del PIB nacional, genera 350,000 empleos directos e indirectos, 33,000 jornaleros que emplea esta industria solo para el proceso de corte, entre los meses de noviembre y abril de cada año. (AZASGUA).

De las 230 mil hectáreas de caña cultivada, Guatemala ocupa el quinto lugar en ventas al exterior a nivel mundial del edulcorante, también es el tercer país a nivel mundial con mejor rendimiento, para la zafra 2009-2010 la industria nacional obtuvo una producción de 50.4 millones de quintales de azúcar. (CENGICAÑA).

La diversidad de especies de roedores constituye una de las plagas de mayor importancia en el cultivo de la caña de azúcar a nivel mundial. Estudios realizados por CENGICAÑA, determinaron que la rata del algodón o cañera Sigmodon hispidus, es la especie predominante en la zona cañera de Guatemala, con una abundancia del 93% con respecto a otras especies menos frecuentes pero importantes en el futuro como Oryzomys couesi, Peromyscus sp. y Liomys pictus.

El desplazamiento de estos mamíferos ocurre principalmente en las primeras horas de la mañana y por la noche, realizando actividades de alimentación, apareamiento y migración. El hábito nocturno ha especializado los sentidos del olfato, oído y tacto, que guían su actividad defensiva y de localización de alimentos. La distribución y el crecimiento de sus poblaciones dependen en parte, de los recursos del ambiente para proveerse de alimento, agua y refugio. El control integrado debe considerar estrategias que limiten estos recursos para disminuir el tamaño de la población.

La importancia económica de una plaga está relacionada a la densidad poblacional que logra alcanzar en un determinado período, pero en muchos casos, como en rata, se mide en forma indirecta mediante la magnitud del daño que provocan a los tallos molederos de la caña de azúcar (porcentaje de tallos

dañados o porcentaje de infestación). Con base en estudios del Programa MIP-CENGICAÑA se ha determinado un factor de pérdida en peso de caña de 0.50 TCH/1 % de tallos dañados. Este factor representa la reducción en campo que ocurre por efecto del deterioro de los tallos que fueron mordidos por la rata. La pérdida en azúcar no es significativa y el factor estimado es de 4.82 Lb Az/tm/1 % de entrenudos dañados (intensidad de infestación, i.i), que equivale a 0.19 Lb Az/Tm/1 % de tallos dañados (% de infestación). Esta pérdida es debida al muermo rojo que invade a los tallos mordidos por rata y que se trasladan hacia el ingenio. En conjunto, el índice de daño es de aproximadamente 143 Lb Az/ha/1 % de tallos dañados en pre-cosecha

La necesidad de evaluar nuevos productos rodenticidas, principalmente de productos orgánicos surge de la tolerancia y la resistencia genética de la plaga a los distintos productos rodenticidas anticoagulantes entre otros utilizados actualmente para el control de la plaga. También es necesario rotar las moléculas o productos a fin de garantizar un efectivo control y manejo integrado de la rata cañera con nuevos productos orgánicos más efectivos o similares a los que se utilizan actualmente para el control de la misma, debido a ello se propuso la presente evaluación de productos rodenticidas para el control de dicha plaga.

La prueba establecida en jaulas de malla sólo pretende dar respuesta a la mortalidad que pueda ocurrir en el campo, sobre las ratas que consumen una unidad comercial del cebo o bien una bolsa de peso definido por el ingenio que lo elabora y lo utiliza.

En este estudio se evaluó el efecto toxicológico causado por siete productos rodenticidas para el control de la rata cañera (*Sigmodon hispidus*) en el cultivo de caña de azúcar, bajo condiciones de cautiverio en laboratorio de plagas en finca Buganvilia, dando un paso mas a la investigación de este cultivo que beneficia la producción agrícola de Guatemala.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 *Objetivo general:*

Generar tecnología para el control de la rata cañera (*Sigmodon hispidus*), en la finca Bugarvilia, La Democracia, Escuintla, Guatemala.

1.1.2 **Objetivos específicos:**

- Determinar el tiempo letal en que actúa cada producto rodenticida, alcanzando su máximo de mortandad, bajo condiciones de laboratorio o cautiverio.
- Evaluar el porcentaje de mortandad de cada producto rodenticida, y su tendencia en los días evaluados, bajo condiciones de laboratorio o cautiverio.
- Comparar el efecto toxicológico causado por rodenticidas químicos y rodenticidas orgánicos.

1.2 HIPOTESIS

Ho. 1. Ninguno de los productos ha evaluar para el control de la rata cañera (*Sigmodon hispidus*), presentará un efecto toxicológico causando la muerte de los individuos en la misma unidad de tiempo.

Ho. 2. Ninguno de los productos ha evaluar bajo condiciones de cautiverio para el control de la rata cañera (*Sigmodon hispidus*), presentará el mismo porcentaje de mortandad.

Ho. 3 Ninguno de los productos químicos ha evaluar será efectivo para el control de la rata cañera (*Sigmodon hispidus*) bajo condiciones de cautiverio.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Características del comportamiento de la rata de campo (*Sigmodon hispidus*) en caña de azúcar: Bases ecológicas para comprender su importancia económica.

Sigmodon hispidus es un roedor con amplia distribución geográfica que abarca el centro y sur de los Estados Unidos; México (con excepción de la costa oeste); Centroamérica; centro de Panamá; Norte de Colombia y Venezuela. El hábitat original de la especie se asocia con grandes áreas de pastizal, riveras de los ríos, áreas desmontadas o baldías y áreas de cultivos como maíz, arroz, sorgo y caña de azúcar. Su sobrevivencia está relacionada con áreas de extensa cobertura vegetal que le proporcionan alimento y refugio para sus actividades vitales. En condiciones naturales la población de *Sigmodon hispidus* es grande debido a que posee una alta capacidad reproductiva, con un número variable de camadas por hembra y por año. El inicio de la reproducción es variable, según los sitios que habita pero en general se dice que la hembra es sexualmente madura entre los 40 a 60 días de edad, mientras que el macho está apto los 60 días. El período de gestación promedio es tan corto que requiere de sólo 27 días y la camada puede ser de 5 hasta 12 crías. Por lo tanto, una sola pareja en potencia puede dar origen a unos 35,000 individuos por año (9). La longevidad teórica es de 3 a 5 años, pero bajo condiciones naturales la expectativa de vida es de alrededor de 6 meses (19).

Cuadro 1. Clasificación científica de la Rata cañera (*Sigmodon hispidus*.)

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Mammalia
Orden	Rodentia
Familia	Cricetidae
Género	Sigmodon
Especie	S. hispidus

Fuente: Say and Ord 1825.

2.2 Factores en la dinámica poblacional.

2.2.1 Ciclos multianuales.

No se puede afirmar que las poblaciones de *Sigmodon hispidus* tengan ciclos multianuales, aunque es posible que esté ocurriendo y que debido a su naturaleza compleja no sea predecible, tal como ocurre en especies más estudiadas como las del género *Microtus*. En este aspecto, hay que indicar que a pesar de los grandes esfuerzos en la comprensión de los ciclos multianuales, aún existe un misterio en la forma en la que estos cambios de densidad ocurren. Para mostrar lo complejo de este aspecto revisaremos brevemente el estudio de Lidicker (1988). Algunas de las variaciones son de naturaleza inter-específica, debido a que algunas especies de roedores son cíclicas y otras no, mientras que otras variaciones están relacionadas con la diversidad geográfica intra-específica. (12)

La perspectiva multifactorial si bien, no brinda una explicación sencilla para las fluctuaciones poblacionales de todas las especies, es un enfoque para revisar la realidad de los fenómenos poblacionales de ratas que ocurren en cultivos como el nuestro de caña de azúcar. Lidicker (1988), logró definir el esquema de la Figura 1, en donde se muestran los factores que se conocen que afectan la densidad, pero hay que reconocer que no todos los componentes descritos, actúan o están presentes todo el tiempo o en todas las poblaciones y que es un hecho de que la influencia relativa de muchos factores cambia según la época o la estación del año. Es por ello, tan importante comprender la bioecología de la rata en caña de azúcar en función de los factores que modifican la Reproducción, Mortalidad y Dispersión de la rata.(12)

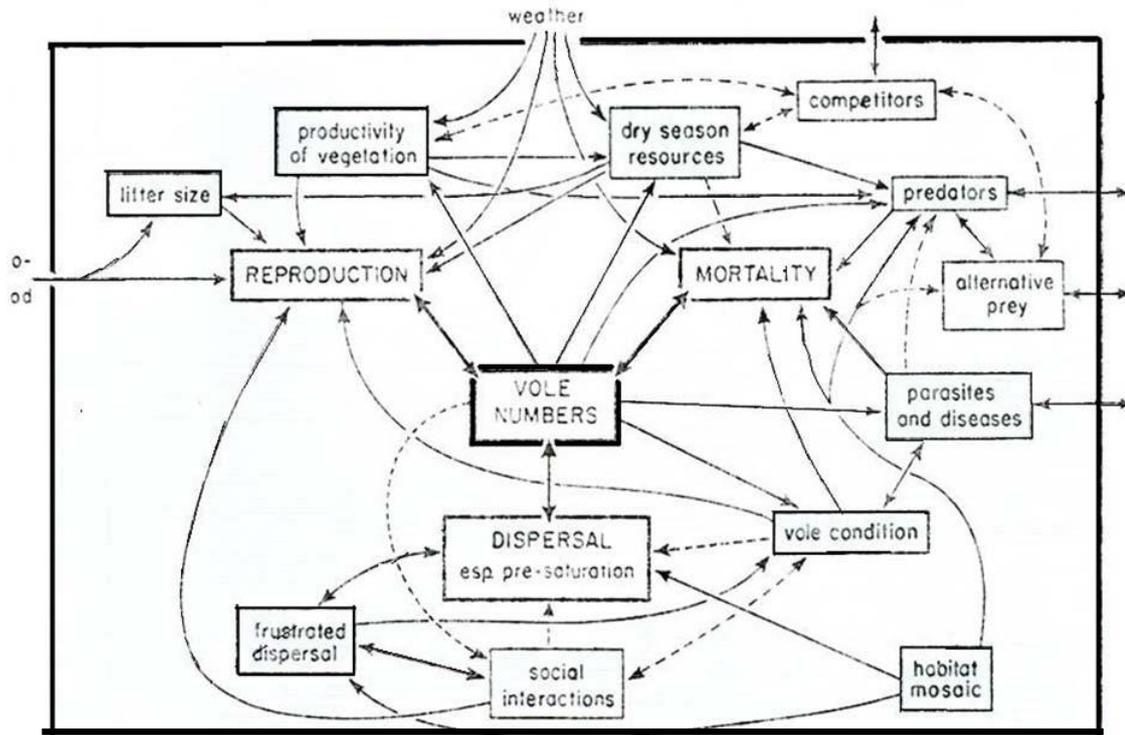


Figura 1. Esquema de las relaciones entre factores que influyen en la población de *Microtus californicus*. Tomado de Lidicker, 1988, Journal of Mammalogy Vol. 69 (2).

2.2.2 La importancia del clima en la dinámica poblacional de la rata.

A pesar de la complejidad involucrada en los cambios poblacionales, la literatura reporta estudios que relacionan pocos factores tales como el clima para encontrar una relación directa con estos cambios y muchos estudios de biología reportan que en regiones del neotrópico, las características asociadas al micro hábitat de pequeños mamíferos tienden a cambiar de acuerdo con la intensidad y extensión de los períodos secos y lluviosos. Estos cambios son más intensos en regiones cercanas al nivel del mar, tal como lo ilustra Retana *et al*, (2003), en el estudio que relaciona la migración de las corrientes marinas anormalmente cálidas del pacífico Oeste hacia el pacífico Este, que da origen al fenómeno del Niño o ENOS (El Niño Oscilación Sur) con los fenómenos de alta incidencia de ratas en campos de caña de azúcar en Costa Rica. Enfatizan que los efectos de altas temperaturas y la distribución irregular de las lluvias,

pueden provocar un aumento en la población de insectos plaga y organismos vertebrados oportunistas (Morishita, 1992; Retana, 1996)(16), tal como fue reportado en 1993 en el suroeste de Estados Unidos, en donde luego de un período de sequía, seguido de lluvias torrenciales, la población de ratones se multiplicó por diez, lo que tuvo como consecuencia el surgimiento de un hantavirus pulmonar mortal (SUMMA, 1996; Mills y Childs, 1998). (20)(15)

En Guatemala, todos percibimos que la precipitación pluvial incide directamente en la proliferación de la cubierta vegetal, la cual se convierte en una oferta alimenticia que aprovechan para promover una alta tasa reproductiva. Adicionalmente, hemos visto como la zona cañera del Litoral y buena parte de la zona o Estrato Bajo, ahora cuenta con sistemas de riego presurizado que compensan la deficiencia hídrica en la época seca, promoviendo mayores fuentes de alimento como semillas de malezas, que en consecuencia mejoran la reproducción. Sin embargo, el período crítico para la población está entre los meses de marzo-mayo, justo antes del inicio de la lluvia y en donde ocurre el cambio en el fotoperiodo de días cortos a largos. Este es un espacio temporal en el cual la población sobreviviente muestra más mortalidad y se hace frágil por la restricción del alimento y refugio. No obstante, en los meses siguientes las nuevas generaciones se incrementarán, según la premura en el establecimiento del período de lluvia y la cantidad acumulada de la misma. Esta tendencia se muestra en los registros de precipitación que maneja el Área de Agrometeorología, CENGICAÑA, en donde encontramos que en 2006 y 2007 ocurrió un incremento de la precipitación semanal entre el período de marzo-mayo, comparado con el resto de años. Esta condición pudo motivar el incremento progresivo de la rata durante estos años y terminar con la alta población registrada para la zafra 2007-2008, que provocaron los daños más altos.(18)

Otra asociación puede encontrarse en las observaciones de estudios que resaltan el hecho de que cuando se presenta el ENOS, la estación lluviosa puede ser irregular y la estación seca siguiente tiende a ser más cálida y seca de lo normal, con aumentos de más de un grado centígrado (Retana *et al*, 2003)(18). Esta tendencia se muestra en los registros de temperatura máxima en el Litoral de la zona cañera, en donde para los años 2003, 2004 y 2007 ocurrieron temperaturas más cálidas en el mes de marzo y principios de abril,

que motivaron incrementos posteriores de la rata y su daño consecuente en las zafas 2004-2005 y 2007-2008 (Figura 2).

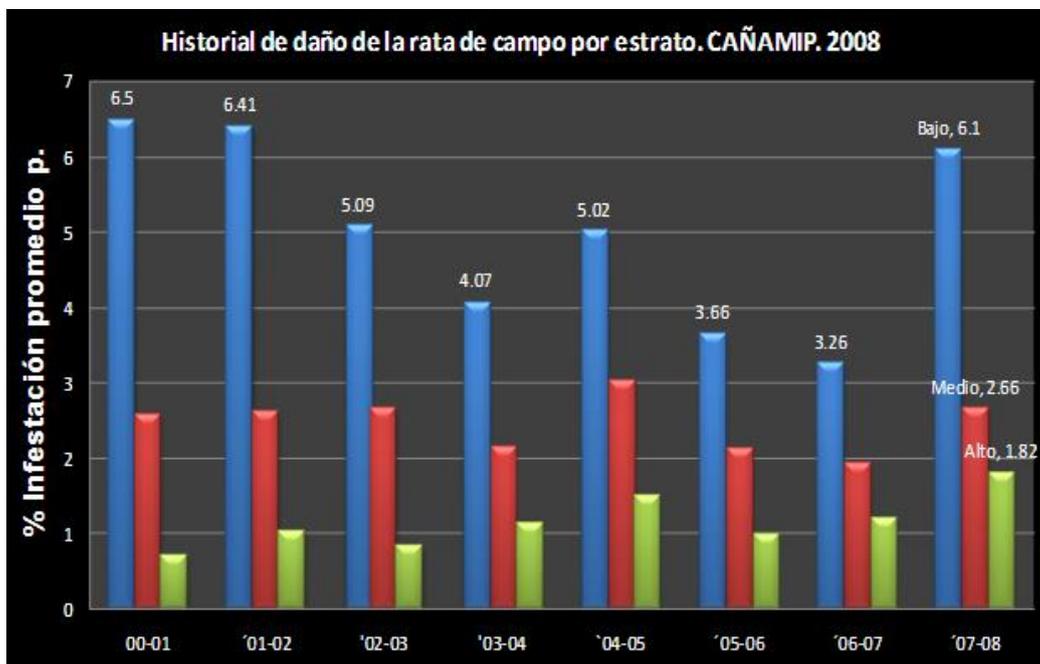


Figura 2. Historial del porcentaje de tallos dañados por rata, para los diferentes estratos de la zona cañera de Guatemala. CENGICAÑA-CAÑAMIP, 2008.

2.2.3 Variación temporal de *Sigmodon híspidus* y el daño al cultivo de la caña de azúcar.

Los registros CENGICAÑA-CAÑAMIP, durante los años 2002-2003, han permitido establecer variaciones en la dinámica poblacional, reflejadas en los porcentajes de captura. La figura 3 representa una alta población en julio-agosto (alta tasa de natalidad) con disminuciones de septiembre-octubre (motivadas por alta precipitación), La característica común en ambos ambientes es la tendencia significativa del incremento poblacional entre los meses de noviembre-febrero. La probabilidad de encontrar mayor población de ratas en este período, siempre será alta, independiente del valor de captura en los meses anteriores, lo cual se confirma con el comportamiento registrado en la figura 4. Esta dinámica se presenta cada año, con variaciones en las magnitudes de la población, no obstante la estrategia preventiva del control,

establecida por CENGICAÑA-CAÑAMIP es adecuada porque está basada en este comportamiento.(18)

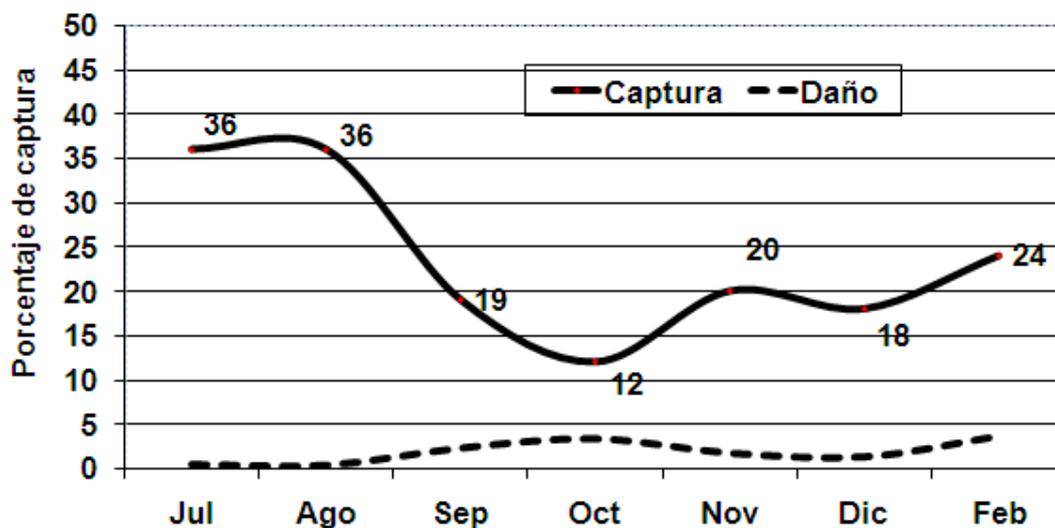


Figura 3. Porcentajes de captura y tallos dañados por rata en finca San Caralampio (secciones 5 y 6) durante el 2002. CENGICAÑA-CAÑAMIP, 2008.

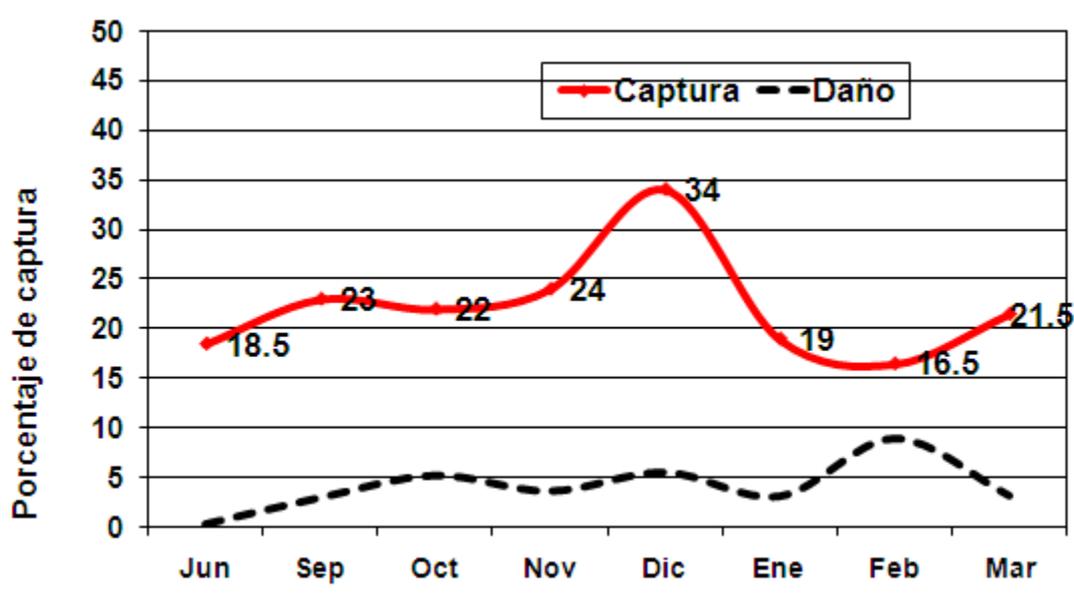


Figura 4. Porcentajes de captura y tallos dañados por rata en finca San Fernando (Tierra Buena, lote 4-2, 4-3 y 4-27) durante el 2002. CENGICAÑA-CAÑAMIP, 2008

2.3 Análisis del comportamiento de la población de ratas en el cultivo de la caña de azúcar.

2.3.1 Etapa de cosecha.

Podemos iniciar con el análisis de lo que ocurre al momento de la cosecha, cuando la población de ratas sufre una alteración en su estructura social y equilibrio, alcanzado en los meses anteriores y que, ahora representa una destrucción del hábitat. La disminución de la fuente de alimento y refugio (campos maduros de caña) obliga a un proceso de dispersión hacia áreas aledañas y no productivas de caña. El efecto esperado de la quema, en combinación con la ocurrencia de maquinaria para el alce y el transporte, se conviertan en los principales factores de mortalidad y dispersión.

Aquellos individuos que sobreviven a este proceso deben explorar nuevas fuentes de alimento y ello, los hace vulnerables a los depredadores y al control cultural-mecánico, que con planificación a dado buenos resultados. Las fuentes de agua no son abundantes y debe obtenerla en las áreas no productivas como quíneles, zanjones, reservorios de agua y en su defecto, de los nuevos brotes de caña en las áreas vecinas. Este es el momento adecuado para iniciar un proceso de sanidad dentro y fuera de los campos de cultivo con el propósito de reducir las fuentes de refugio y hacer menos favorable el ambiente para la sobrevivencia de la rata. En áreas con antecedentes de alta infestación es indispensable promover la colocación de perchas para favorecer la acción depredadora de lechuzas y gavilanes. El diseño adecuado de estas perchas debe dejar libre el travesaño para que las aves rapaces extiendan sus alas.

La necesidad de colonizar nuevas áreas, tanto no productivas como de los lotes vecinos de cosecha tardía, es una respuesta biológica motivada por la cosecha y como consecuencia, los grandes desplazamientos son frecuentes en este período. Es necesaria la cosecha en bloques para evitar la invasión y el daño a las áreas cuya cosecha ocurrirá más tarde en el mismo sector.

La política y responsabilidad social de los ingenios debe manifestarse con la implementación del plan preventivo y de programas de fomento para los depredadores, que son de gran beneficio en este momento, implementando acciones para mantener e incrementar las áreas de reserva natural, que son ya escasas en muchas fincas y propiciando el anidamiento, tal como se ha iniciado en muchos ingenios de la agroindustria azucarera. (3)

2.3.2 Etapa de macollamiento.

Finalizada la cosecha, la población de ratas desciende notablemente motivado por los cambios en los hábitats de refugio y disponibilidad de alimento. La fuente de proteína para su dieta se reduce por la falta de malezas en esta época seca y el escaso desarrollo del cultivo no le brinda protección ni alimento, aunque en casos extremos pueden reinfectar rápidamente estas áreas o los lotes vecinos, provocando la mortalidad de los brotes (corazones muertos). Este factor de mortalidad obliga a los sobrevivientes a una renovación de la población de ratas, con mayor capacidad de adaptación.

Con el transcurso del tiempo, la población sobreviviente alcanza su estabilidad e inicia un proceso de organización social, estableciendo jerarquías con los adultos corpulentos, agresivos y hábiles (dominantes) y subordinados. Cuando se inician las lluvias, las áreas vecinas a los campos de caña como pastizales o bien campos de caña con alta presencia de malezas, son objeto de invasión por la rata y eventualmente se convierten en un espacio que los biólogos denominan “hábitat fuente” o bien en un corredor de desplazamiento (solo de paso). La actividad depredadora de las lechuzas y gavilanes disminuye ante el rápido desarrollo del cultivo que brinda una buena protección.(3)

2.3.3 Etapa de elongación

Se inicia el período de invasión al cultivo y la mayoría proviene de los “hábitats fuente”. El hábitat fuente es el lugar en donde se tiene una alta tasa de natalidad promovida por la mayor oferta de microambientes con alta disponibilidad de alimento (especialmente semillas de gramíneas) y fuentes de

refugio que permiten la ocurrencia de los factores de dispersión y colonización de nuevas áreas. El control de malezas es un factor clave e indispensable de implementar para reducir este fenómeno, de otra forma, la sorpresa de altas poblaciones será inminente y el esfuerzo de control será mayor en las etapas siguientes. Quíneles libres de malezas son deseables.

Los registros climáticos de CENGICAÑA - CAÑAMIP tienden a relacionar que una estación más cálida y seca de lo normal entre marzo-mayo, favorecerá la reproducción de *Sigmodon hispidus*, incrementando la proporción de hembras gestantes y con ello, también la demanda de semillas como fuente de proteína, para los períodos de gestación y lactancia. Tanto el control de malezas, en combinación con un programa de control mecánico de las hembras gestantes, provocarán beneficios significativos sobre la tasa de infestación en el futuro.

Con este cambio hacia una población cada vez más creciente, se da paso al inicio del establecimiento de la organización social de la rata, mediante la formación de "grupos territoriales" que explotan cada fuente de alimento. Se produce un incremento en el impulso exploratorio de los individuos, con frecuentes desplazamientos que le amplían su rango de acción y ello, les permite conocer nuevas áreas de alimentación y refugio. El resultado de este proceso es que las probabilidades de sobrevivencia de la población se incrementan sustancialmente en los campos de caña. Además, debemos recordar que con el período lluvioso ya establecido, la tasa de desarrollo del cultivo se incrementa y formará una cobertura excelente que protege a las ratas de los depredadores. Los vientos fuertes que acompañan a las tormentas, vuelcan las plantas y disponen con mayor facilidad el alimento y ambientes para procrear y formar nidos.

Si no se aplica el plan de manejo en el área, dejamos que la población consolide su estructura jerárquica con individuos dominantes y subordinados (Alfa, beta y omega) que garantiza un equilibrio en el uso de los recursos como agua, alimento, espacio y la prioridad en la reproducción para los individuos alfa. Con el incremento de la lluvia en septiembre, muchas áreas de la zona Baja y El Litoral se inundan y provocan un nuevo factor de dispersión de las ratas.(3)

2.3.4 Etapa de maduración.

Durante esta etapa, la población tiende a mostrar una mayor proporción de hembras gestantes y la tasa de infestación seguirá creciendo en función del nivel de la población progenitora alcanzada en la fase de elongación. La maduración de los tallos incrementa el valor energético de la caña de azúcar para la rata y será un recurso abundante y disponible para suplir sus necesidades vitales, es por ello, que los daños se hacen ahora más evidentes e importantes.

Esta condición de mayor densidad poblacional de *Sigmodon hispidus*, obliga a los individuos a soportar una gran competencia intraespecífica que los obliga a realizar mayores desplazamientos en campo en busca de alimento y apareamiento. A partir de octubre la precipitación disminuye pero la condición postrada del cultivo y la humedad residual, estimulan la emergencia de nuevos brotes o mamones que al final del ciclo serán utilizados por los roedores como una fuente alterna de agua.

En los últimos meses de la maduración (noviembre-febrero), el descenso en la temperatura ambiental nocturna induce a que la rata tenga un gasto adicional de energía por efecto de la termorregulación de su cuerpo. Al respecto, hay que indicar que la rata es un organismo homeotermo (mantienen constante su temperatura corporal) y endotermo, es decir, que el calor que determina su temperatura interna es el metabólico. De este modo, las ratas son capaces de modificar su metabolismo para mantener constante la temperatura corporal, siendo este proceso un componente básico de la termorregulación (Coto, 1977).(5) Este déficit energético producido por la termorregulación, deberá compensarse con un mayor consumo de alimento diario (mayores daños a la caña). Por otro lado, parte de la energía destinada a la reproducción ahora se destina a subsidiar la búsqueda de alimento (especialmente semillas que ya no son abundantes) con lo cual la población disminuye su reproducción e inicia un proceso hacia una mayor proporción de adultos seniles. Los valores de captura serán altos (si no hubo control) y con esta alta densidad, aparecen en la población las conductas propias del hacinamiento, como el canibalismo y la interrupción de los ciclos estrales, observando que la natalidad disminuye rápidamente.

Con el ambiente cada vez más seco, la vegetación en las áreas no productivas del contorno se reduce y solo queda la caña como el recurso más accesible. El daño acumulado alcanzará el grado más alto, justo cuando llega el momento de la cosecha y el recuento de los daños. (5)

2.4 Importancia económica de la rata en el cultivo de la caña de azúcar.

Con base en estudios del Programa MIP-CENGICANÑA (Márquez *et al*, 2002) (13) y Estrada *et al*, (1996) (8) se ha determinado un factor de pérdida en peso de caña de 0.50 TCH/1 % de tallos dañados. Este factor representa la reducción en campo que ocurre por efecto del deterioro de los tallos que fueron mordidos por la rata. La pérdida en azúcar no es significativa y el factor estimado es de 4.82 Lb Az/tm/1 % de entrenudos dañados (intensidad de infestación, i.i), que equivale a 0.19 Lb Az/Tm/1 % de tallos dañados (% de infestación). Esta pérdida es debida al muermo rojo que invade a los tallos mordidos por rata y que se trasladan hacia el ingenio. En conjunto, el índice de daño es de aproximadamente 143 Lb Az/ha/1 % de tallos dañados en pre-cosecha (Márquez y López, 2006). Al integrar los parámetros biológicos de pérdidas con los valores económicos del precio del azúcar, el costo de un programa de control preventivo por hectárea y su porcentaje de eficiencia, obtenemos un criterio económico para apoyar las decisiones de control, llamado Nivel de Daño Económico (NDE). El NDE es variable en la medida del cambio en los valores económicos que se manejan en cada ingenio.(14)

La importancia económica de una plaga está relacionada a la densidad poblacional que logra alcanzar en un determinado período, pero en muchos casos, como en rata, se mide en forma indirecta mediante la magnitud del daño que provocan a los tallos molederos de la caña de azúcar (porcentaje de tallos dañados o porcentaje de infestación). Es por ello, que para magnificar los daños asociados a cada zafra, hacemos referencia al porcentaje promedio ponderado. El Cuadro 2, muestra el comportamiento del daño para las zafras 2007-2008 y 2006-2007, para el Estrato Bajo. Al comparar los daños, vemos con preocupación que hubo un incremento significativo en la agroindustria de

3.50 por ciento de infestación en la zafra 2007-2008, con relación a la zafra anterior (2006-2007), es decir, que el daño aumentó en 135 unidades porcentuales y fue la zona más infestada. Esto ha motivado la revisión de los planes de manejo, su implementación en las regiones más críticas y, en especial, a crear una cultura de seguimiento y supervisión. (3)

Cuadro 2. Área de monitoreo y promedio de daño por rata en cosecha para las zafra 2006-2007 y 2007-2008 en el estrato Bajo y Litoral de la zona cañera. CAÑAMIP, 2008.

	Zafra 2007-2008		Zafra 2006-2007		Incremento promedio en 07-08
	Area monitoreada	Valor promedio de daño	Area monitoreada	Valor promedio de daño	
Ingenio	(ha)	% infest	(ha)	% infest	% infest
Pantaleòn	20576	4.33	21662	2.31	2.02
Magdalena	20465	3.44	28339	1.71	1.73
La Uniòn	8327	4.77	7859	2.35	2.42
P. Gordo	554	2.39	268	1.6	0.79
San Diego	4530	24.02	4125	10	14.02
Santa Ana	14781	8.33	13039	2.84	5.49
Madre T.	1703	17.25	----	----	----
	70,936	6.10	75,292	2.60	3.50

El incremento promedio observado para el estrato Medio fue menor, para el mismo período, con 0.73 por ciento de tallos dañados, según los registros del CAÑAMIP que aparecen en el Cuadro 2. La magnitud de las pérdidas netas se expresa mejor al multiplicar el valor del índice de daño (143 Lb Az/ha/1 % de tallos dañados) por el daño promedio del estrato, de manera que el estimado para el estrato Bajo fue de 872 Lb Az por hectárea, mientras que para el estrato medio fue de 343. Lo anterior confirma que las mayores pérdidas y por consecuencia, el mayor esfuerzo, debe realizarse en el Litoral y estrato bajo de la zona cañera de Guatemala. (3)

Cuadro 3. Área de monitoreo y promedio de daño por rata en cosecha para las zafra 2006-2007 y 2007-2008 en el estrato Medio de la zona cañera. CAÑAMIP, 2008.

	zafra 07-08		zafra 06-07		Incremento promedio en 07-08
	Area monitoreada	Valor promedio de daño	Area monitoreada	Valor promedio de daño	
Ingenio	(ha)	% infest	(ha)	% infest	% infest
Pantaleòn	9428	2.39	9164	1.67	0.72
Magdalena	1216	3.11	2843	0.78	2.33
La Uniòn	6126	1.4	5380	1.31	0.09
P. Gordo	3865	1.88	3005	5.80	0
San Diego	2283	10.75	1432	1.58	9.17
Tululá	3447	0.43	3447	0.51	0
Santa Ana	4539	1.32	2453	2.84	0
Total	30905	2.66	27724	1.91	0.49

2.4.1 El criterio de control.

Implementar las acciones de control definidas ahora en este documento, requiere de una certeza en la inversión y esto está muy bien definido y respaldado en la relación beneficio/costo que se expresa mediante el uso del Nivel de Daño Económico (NDE), cuyo fundamento se ha difundido en CAÑAMIP y en publicaciones de CENGICAÑA (Resultados de investigación zafra 2005-2006). Además, se tiene una planilla del NDE que de manera automática estima el NDE y el umbral de acción. Si bien hay muchas estrategias promovidas por la responsabilidad social y el cuidado al medio ambiente, por parte de los ingenios como el mantenimiento de las áreas de reserva natural y el fomento de los depredadores, que no requieren un valor expreso del NDE, muchas otras acciones si son de costos directos al cultivo, que se deben cuantificar e incluirse. Con base en el análisis del comité CAÑAMIP de 2007 (planilla del NDE), se determinó un NDE para rata de campo en aproximadamente 6.27 por ciento tallos dañados, con un umbral de acción de 3.14 por ciento. Este valor sirvió de base para establecer los rangos de daño leve, moderado y severo del mapa de daño elaborado para la zafra 2007-2008 . Se consideró como daño severo aquel registrado con más del 3 por ciento de tallos dañados en pre-cosecha, estimando que al menos unas 38 mil hectáreas de caña de azúcar mostraron este nivel de daño.(3)

2.5 Rodenticidas anticoagulantes y las características de palatabilidad y toxicidad que orientan su uso en campo para el control de la rata.

2.5.1 Tipos de rodenticidas anticoagulantes.

Todos los rodenticidas anticoagulantes orales son compuestos derivados de la 4-hidroxicumarina o de la indandiona. Se han clasificado en anticoagulantes de primera o de segunda generación, según su eficacia contra roedores resistentes a la warfarina (especialmente ratas comensales). Por definición, los ingredientes activos con efecto tóxico contra roedores “resistentes a la warfarina” se denominan rodenticidas anticoagulantes de segunda generación. Actualmente la warfarina es muy poco utilizada como rodenticida y en cambio, hay una mayor oferta de rodenticidas de segunda generación.

La característica es que los de primera generación se consideran que no son suficientemente tóxicos para causar la muerte de los roedores con una simple exposición y requieren dosis adicionales. Dentro de estos rodenticidas encontramos ingredientes activos derivados de la indandiona, como: Pindone, Diphacinona y Chlorophacinona. También se encuentran aquellos derivados de la 4-hidroxicumarina, como: Warfarina, Coumachlor, Coumafuryl y Coumatetralyl (Racumin).

Los de segunda generación se diferencian de los anteriores en que para lograr el efecto letal en la rata, es necesario que ingiera una sola dosis, produciéndose la muerte algunos días después. Esto se debe a la gran potencia rodenticida del ingrediente activo. Dentro de estos compuestos están: Brodifacoum (Klerat), Flocoumafen (Storm), Bromadiolona (Ramortal), Difethialone (Rodilón). Según (Brooks y Rowe, 1979), Brodifacoum es el más tóxico de este grupo porque es altamente tóxico, por lo tanto, se emplea en una sola dosis en una concentración de 0.005 por ciento, principalmente en ratas noruegas silvestres.(2)

2.5.2 El rodenticida adecuado para en el control en caña.

Con base en la propiedad principal de alta toxicidad, con la que se elaboran los rodenticidas de segunda generación, las experiencias planteadas por biólogos y miembros del comité CAÑAMIP, respecto a los efectos adversos provocados

por la intoxicación de lechuzas y gavilanes, es necesario tomar conciencia y apelar a la responsabilidad social empresarial de los ingenios para que se reduzca el uso de los rodenticidas de segunda generación y se promuevan, como hasta ahora se ha hecho, el uso de los menos tóxicos como los rodenticidas de primera generación.

Es necesario indicar que otros autores han manifestado igual tendencia ya que en los programas de manejo como el nuestro, que incluyen a las aves rapaces, los productos de segunda generación muestran problemas. Como una solución a este efecto tóxico, se ha sugerido la utilización de anticoagulantes de la primera generación, que según indican Duckett y Karuppuah (1989), han probado ser más seguros para los depredadores rapaces. En este sentido, el comité CAÑAMIP desde hace varios años ha promovido la elaboración de un cebo a base de Cumatetralil, como anticoagulante de primera generación, que es de menor toxicidad y además, el proceso de elaboración se ha adoptado y mejorado en muchos ingenios hasta la fecha. Su fácil elaboración, eficiencia y bajo costo (Boletín CAÑAMIP No.5)(4) lo hacen adecuado para la etapa preventiva y el cebado en el período de la estación seca.(7)

2.5.3 ¿Cómo actúan los anticoagulantes?

Los anticoagulantes y sus derivados se absorben por vía oral y también por la piel, teniendo como órgano blanco al hígado. Allí interfieren competitivamente el metabolismo de la vitamina K, la cual es producida ya sea por vegetales (vitamina K1=fitoquinona), o por microorganismos intestinales (vitamina K2=menaquinona). Cualquiera sea su forma, la vitamina se inactiva (“vitamina K epóxido”) tras ser utilizada por los hepatocitos para la síntesis de factores de la coagulación II, VII, IX y X (Figura 5). Se reactiva nuevamente mediante un proceso en el cual la enzima “vitamina K epóxido reductasa” desempeña un rol clave. La vitamina es almacenada por el hígado en forma de vitamina K activa, con lo cual reanuda su ciclo. Los rodenticidas anticoagulantes inactivan a la enzima antes señalada, con lo cual la vitamina no puede ser reactivada y deriva de ello una grave hemorragia interna.

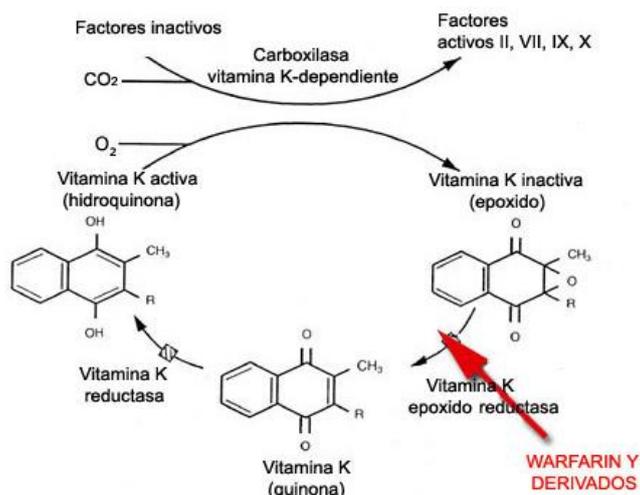


Figura 5. Metabolismo de la vitamina K.

Tomado de: <http://www.ropana.cl/Toxivet/Rodenticidas.htm> Abril 2,010

2.5.4 Resistencia a rodenticidas anticoagulantes.

Son numerosos los autores que a partir del año 1958 han descrito la existencia de poblaciones de ratas resistentes a rodenticidas anticoagulantes como la warfarina. En muchos estudios se ha encontrado resistencia individual no sólo a la warfarina, sino también a otros compuestos derivados de la hidroxycumarina y de la indandiona, exceptuando los anticoagulantes de segunda generación (Brooks y Rowe, 1979) (2). Según Wallace y Macswinnery (1976)(21), el mecanismo de resistencia en el ratón casero, se debe a la existencia de un gen dominante. En el caso de la rata noruega, este estaría determinado por un solo gen autosomal resistente (Greaves, 1984) (10).

La resistencia a rodenticidas anticoagulantes, en ratas y ratones, es heredable, transmitiéndose de generación en generación y no como resultados de la ingestión de pequeñas cantidades de cebo. Dicha resistencia se manifiesta siempre y cuando el gen respectivo esté presente en poblaciones de ratas sometidas a programas intensivos de control, que hayan empleado los productos de primera generación durante varios años (Brooks y Rowe, 1979). Además está demostrado que la flora bacteriana intestinal de los roedores sintetiza vitamina K, para evitar este efecto, algunos laboratorios agregan a sus fórmulas sulfaquinoxalina y antibióticos como la tetraciclina, eliminando así la flora bacteriana. (2)

2.6 Metodología del análisis Probit.

1. Crear una tabla de cuatro columnas donde se colocan los días evaluados en el experimento, el logaritmo natural de los días, el porcentaje de individuos muertos por día y el probit del porcentaje de la mortalidad acumulada empleando los valores de la Tabla 1 y el diagrama adjunto.
2. Hacer una regresión lineal en la cual se coloca el logaritmo de los días en el eje |X| y el probit del porcentaje de mortalidad en el eje de las Y. Despejar el valor de la X en la ecuación de regresión.
3. Calcular el respectivo valor de probit en Y (50 ó 90 % de mortalidad). con los valores de la Tabla 1. Calcular el valor de X.
4. Al valor obtenido se le determina el antilogaritmo, con lo cual se obtiene el TL50 y el TL90. (8).

El doctor Francisco Badilla (1) determinó el factor de pérdida por rata basado en un TL 50 de 6 días; una rata consume 1.5 bocados por noche, consumiendo un total de 9 cañas en 4 a 5 días, si una caña tiene un peso promedio de 1.4 kilos; el factor de pérdida o tasa de consumo por rata que es de 0.001386 toneladas.

De los productos evaluados el mejor producto rodenticida presentó un TL50 a los 11 días lo que representa un factor de pérdida de 0.0277toneladas/ rata, factor que duplica considerablemente el factor de pérdida por rata si se controlara con un rodenticida de TL 50 entre 5 a 6 días.

2.7 Estudios similares realizados en el control de esta plaga.

2.7.1 El cebo de mayor preferencia y el hábitat con mayor actividad de ratas.

El estudio se realizó en conjunto con el Departamento de Control de Plagas del Ingenio Tuluá y el área de Entomología de CENGICAÑA, con el propósito de reducir las pérdidas por rata e impulsar los beneficios del manejo preventivo en el cultivo de la caña de azúcar. El área piloto se ubicó en 8 lotes de las

secciones 5 y 6 de la finca San Caralampio, caracterizados por su alta infestación y un daño promedio de 9.83 por ciento en los monitoreos de precosecha de la zafra 2,001-2,002. Un mes después del corte (febrero de 2,002) se hizo un recorrido por el área y se delimitaron 3 grandes linderos que bordean a los lotes y que constituyen una zona de refugio temporal para la población sobreviviente, caracterizada por una alternancia de habitats con vegetación tipo pastizal (malezas gramíneas) y otra con vegetación arbustiva, ambos combinados con la presencia de zanjones. El manejo inicial consistió en el paso de chapeadora y requema de la maleza, no obstante una alta población de ratas fue evidente con un 80 por ciento de captura, lo cual influyó en tomar la decisión de utilizar trozos de bambú de 30-40 cm de largo como estaciones de cebado, distribuidas a 25 m a lo largo de los linderos. Dos linderos necesitaron de 50 estaciones de cebado cada uno, en tanto que en el tercero se distribuyeron 100. Las 200 estaciones se revisaron semanalmente para anotar el consumo del cebo, el hábitat de ocurrencia y la posición de consumo (dentro o fuera de la estación). Se evaluaron dos tipos de cebo a base de Cumatetralil: Cebo-CENGICAÑA y el cebo "Mata-rata", con 2 bolsas de 15 g del primero y 2 bolsas de 4 g del segundo. Por espacio de 7 semanas (con excepción de abril) se llevaron a cabo las visitas a las estaciones, cuyo consumo fue constante en los linderos, lo que indicaba una alta ocurrencia de rata en esta área no cultivable. (4)

2.7.1.1 El cebo de mayor preferencia.

El consumo registrado a través de las siete semanas hizo evidente una preferencia significativamente mayor para el cebo recomendado por CENGICAÑA con un 68.46 por ciento de las bolsas consumidas, comparado con un 38.54 por ciento para "Mata-rata" ($t_c = 4.46$, $t^* \alpha 0.05/2, 12 \text{ gl} = 2.179$). La preferencia en el consumo a través del tiempo se observa en la Figura 10, siendo ambos productos elaborados con el mismo ingrediente activo, se observa que el uso de vainilla como atrayente, la consistencia de la bolsa plástica y la proporción de los componentes del cebo juegan un papel importante en la preferencia del roedor y que involucrándonos en la elaboración del mismo podemos hacer más eficiente su uso o bien, orientar a los

fabricantes de cebos comerciales. No hay que olvidar que un buen rodenticida será aquel que es palatable, tolerante a la degradación por el ambiente (lluvia o sequía) y sobre todo, elaborado a un menor costo.

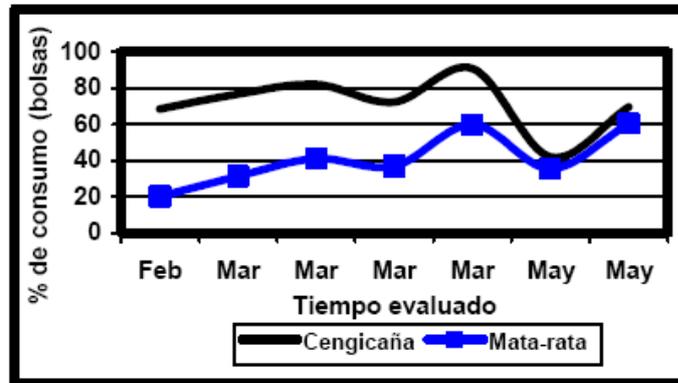


Figura 6. Preferencia de los rodenticidas evaluados. Igenio tulula.

2.7.1.2 El hábitat con mayor actividad de ratas.

El análisis se realizó con los registros de consumo de 100 estaciones fijas, de las cuales 86 ocurrieron en la condición de vegetación arbustiva, mientras que 14 ocurrieron en pastizal. El registro de consumo en cada ambiente muestra que las estaciones en pastizal tuvieron mayor visita de roedores con 195 frecuencias de consumo de un total de 233 revisiones realizadas, lo que equivale a un 83.69 por ciento de ocurrencia, comparado con un 76.42 por ciento observado en las estaciones colocadas entre arbustos ($Z_c = 2.38$; $Z_\alpha = 0.05/2$, $1,096 \text{ gl} = 1.96$). Aunque los dos habitats son importantes por la alta actividad de visitas y consumo, se muestra una mayor preferencia de la rata por habitar áreas con presencia de malezas gramíneas, muy probablemente por la necesidad de obtener semillas para balancear su dieta. (11)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación Geográfica.

La finca Buganvilia se encuentra ubicada en jurisdicción de la Democracia, Escuintla a 106 kilómetros de la ciudad capital. Colinda al norte con Finca Santa Marta al este con el río Achíguate, al oeste con carretera de terracería que conduce el parcelamiento Los Ángeles y Finca San Patricio y al sur con Finca Santa Ricarda. Se encuentra en las coordenadas 14°07'13" latitud norte y 90° 57 '39 " longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 48 metros. Un rango de precipitación anual de 1,100 a 1,300 mm. La temperatura oscila entre los 27 y 32 °C. El acceso a la finca es por medio de una carretera asfaltada hasta la aldea Ceiba Melia (Km. 99.5) y de ésta hacia la finca por medio de una carretera de terracería que conduce al parcelamiento Los Ángeles (6 Km.). (Fuente: Departamento de GIS Ingenio Magdalena, S.A)

3.2 Condiciones climáticas.

El clima según la metodología de Thornthwaite, es cálido, sin estación fría bien definida, clima húmedo y con invierno seco, vegetación característico: bosque, el tipo de distribución de lluvia: con invierno seco (17).

Las características climáticas de la región contemplan una temperatura media anual de 27 a 28 grados centígrados, con una precipitación promedio de 1200 a 1600 mm./año (17).

3.3 Zona de vida.

Zonas de vida según Holdrige, es una zona de vida húmeda sub-tropical, con zonas de transición sub- húmeda con partes de humedad semiárida (Orozco *et al*) 1995. (17).

3.4 Región fisiográfica.

La zona de estudio se ubica en la región fisiográfica de la Llanura Costera del Pacífico, que comprende el material aluvial cuaternario, que cubre estratos de la plataforma continental, los ríos que corren desde el altiplano volcánico, arrastran gran cantidad de materiales; que al cambiar de pendiente son depositados, formando una planicie de poca ondulación y de aproximadamente unos cincuenta kilómetros a lo largo de la costa del Pacífico. (Orozco *et al*) 1995. (17).

3.5 Características edafológicas.

Según el mapa de suelos del ingenio Magdalena, la finca Buganvilía cuenta con suelos Entisoles, que se pueden describir como no evolucionados de perfil AC, muy permeables, de textura gruesa. Presenta déficit de agua en verano (17).

La finca Buganvilía actualmente está constituida por tres sectores, con un área total de 839 Has sembradas. (Fuente: Departamento de GIS y Maestro de lotes Zafra 2009-2010 Ingenio Magdalena, S.A).

3.6 Descripción del experimento.

La presente investigación se llevó a cabo, mediante un diseño completamente al azar, ya que éste no requiere la implementación del bloqueo, únicamente se realizan observaciones distribuidas al azar y las repeticiones que se desean para una evaluación precisa; se eligió este diseño porque las condiciones bajo cautiverio son homogéneas y sobre todo por la gradiente (variación) de tiempo letal a evaluar. Se consideraron 8 tratamientos de los cuales tres fueron productos químicos, cuatro productos orgánicos y un testigo; para cada tratamiento se realizaron 3 repeticiones con 5 unidades experimentales por repetición.

3.7 Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con ocho tratamientos y 3 repeticiones, siendo el modelo estadístico el siguiente:

$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$ de donde:

Y_{ij} = variable de respuesta observada en la ij -ésima unidad experimental.

U = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i -ésima unidad experimental.

E_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental. (6)

Número de unidades experimentales = 120 ratas

Unidad experimental = 1 rata.

3.8 Descripción de los tratamientos.

En total se sometieron a evaluación siete productos rodenticidas de los cuales tres de ellos son utilizados comercialmente como productos químicos, los otros cuatro productos son extractos botánicos de los cuales se obtenía información muy escasa respecto a su efecto toxicológico, es por ello que se sometieron a prueba como otra alternativa al manejo integrado de plagas.

Cuadro 4. *Productos químicos y orgánicos para el control de rata cañera en el cultivo de caña de azúcar.*

TRATAMIENTO	NOMBRE COMUN	INGREDIENTE ACTIVO
1	FYSA 101	(Alocasia esculenta)
2	FYSA 102	(Monstera deliciosa)
3	FYSA 103	(Nerium oleander)
4	FYSA 104	(Rhododendron indicum)
5	FELINO	Diphacinona
6	CAISA	Cumatetralyl
7	MATARATA	Cumatetralyl
8	TESTIGO	-----

Fuente: Datos de laboratorio

Tratamiento 1: El producto Fysa 101 es un extracto botánico de la planta Quequeshque (*Alocasia esculenta*) mezclado con semillas y maíz molido en una presentación de bolsita de nylon transparente, suministrado a una dosis de 10 gramos por individuo. La cual fue sujeta en el fondo de un trozo de bambú para evitar pérdidas por derrame del producto, actualmente no se dispone de su uso comercial para el control de rata cañera.

Tratamiento 2: El producto Fysa 102 es un extracto botánico de la planta llamada Hoja de la suerte (*Monstera deliciosa*) mezclado con semillas y maíz molido en una presentación de bolsita de nylon transparente, suministrado a una dosis de 10 gramos por individuo. La cual fue sujeta en el fondo de un tarro de bambú para evitar pérdidas por derrame del producto, actualmente no se dispone de su uso comercial para el control de rata cañera.

Tratamiento 3: El producto Fysa 103 es un extracto botánico de la planta llamada Narciso (*Nerium oleander*) mezclado con semillas y maíz molido en una presentación de bolsita de nylon transparente, suministrado a una dosis de 10 gramos por individuo. La cual fue sujeta en el fondo de un tarro de bambú para evitar pérdidas por derrame del producto, actualmente no se dispone de su uso comercial para el control de rata cañera.

Tratamiento 4: El producto Fysa 104 es un extracto botánico de la planta llamada Azalea (*Rhododendron indicum*) mezclado con semillas y maíz molido, en una presentación de bolsita de nylon transparente, suministrado a una dosis de 10 gramos por individuo. La cual fue sujeta en el fondo de un tarro de bambú para evitar pérdidas por derrame del producto, actualmente no se dispone de su uso comercial para el control de rata cañera.

Tratamiento 5: El producto Felino es un producto comercial y rodenticida químico de primera generación, cuyo ingrediente activo es derivado de la indandiona, en una presentación esférica de color verde, suministrado en una bolsita de nylon transparente a una dosis de 3 gramos por individuo. La

bolsita de producto fue sujeta en el fondo de un tarro de bambú, para evitar pérdidas del producto.

Tratamiento 6: El producto Caisa es un producto comercial y rodenticida químico, cuyo ingrediente activo es el Coumatetralyl, en una presentación granular de color celeste mezclado con maíz molido, suministrado en una bolsita de papel parafinado de color blanco, a una dosis de 10 gramos por individuo. La bolsita de producto fue sujeta en el fondo de un tarro de bambú para evitar pérdidas del producto.

Tratamiento 7: El producto Matarata es un producto comercial y rodenticida químico, cuyo ingrediente activo es el Coumatetralyl, en una presentación granulada mezclada con semillas y maíz molido, la dosis suministrada de éste tratamiento fue de 4 gramos por individuo en una bolsita de nylon sujeta en el fondo de un tarro de bambú para evitar pérdidas del producto.

Tratamiento 8: Al tratamiento testigo que también fueron 15 unidades experimentales, no se le suministró producto rodenticida alguno, quedando sometidas únicamente a observación, manteniéndolas con trozos de caña y agua diariamente durante el periodo de evaluación.

3.9 Variables de Respuesta.

1. Tiempo letal al 50% de cada producto rodenticida.
2. Tiempo letal al 90% de cada producto rodenticida.
3. Porcentaje de mortandad de cada producto evaluado.

3.10 Análisis

Se tabuló la información recopilada en la base de datos donde se registraron los individuos fallecidos por repetición y tratamiento, luego se elaboraron cuadros para facilitar el análisis de la información. Los datos utilizados para las tres variables de respuesta solamente se tomaron en cuenta hasta los 30 días de evaluación a partir del suministro de los

tratamientos, tiempo en el que se considera el efecto toxicológico de los mismos.

Para la variable del TL 50 y TL 90, se utilizó la metodología del análisis PROBIT, descrita anteriormente.

Los datos del porcentaje de mortandad fueron transformados a un valor de arcoseno, luego se les hizo un análisis de varianza, con esa variable se pretende conocer la diferencia estadística entre los tratamientos.

.

Seguidamente se realizó la prueba de Tukey para conocer el nivel de significancia entre tratamientos para la variable mencionada, a la cual se le hizo un análisis de varianza, adicionalmente se construyeron gráficas para facilitar la interpretación de los resultados.

3.11 Manejo del experimento.

A: Elaboración de jaulas: Para las unidades experimentales fue necesario construir jaulas con una estructura de madera recubierta con malla metálica de 0.20m x 0.40m x 0.40m por cada jaula, para ello se utilizaron tablas de conacaste de 10 pies por una pulgada de ancho, las que fueron cortadas en reglas de diferente medida, posteriormente se realizaron marcos de madera los cuales fueron recubiertos con malla metálica, adicionalmente se le colocó una puerta a cada jaula para permitir el manejo de los individuos.

Para reducir espacio y tiempo en la elaboración y colocación de las jaulas se construyeron en grupos de 16 jaulas con una elevación del suelo de 0.50m.

B) Captura de las ratas: La captura se realizó en diferentes lotes y fincas bajo administración del ingenio; para las capturas de las ratas fue necesario colocar trampas de malla metálica con las siguientes medidas: 4pulg de ancho X 4 pulg. de alto y 4 pulg. de largo; para las estaciones de cebado se utilizó tortilla, fruta, o caña. Las jaulas se colocaron a 50mt. dentro del cañaveral específicamente al pie de la macoya, luego se limpio 1.5 metros al perímetro

de la trampa para mantener el área libre de malezas y otros factores que afectan la captura de los individuos.

c) Clasificación de los individuos: Para la clasificación de las ratas capturadas se implementó el método visual de acuerdo a las características fenotípicas de la especie, se seleccionaron solamente individuos de la especie S. hispidus de ambos sexos eliminando los individuos más pequeños en tamaño y más adultos (viejos) a fin de homogenizar el tamaño y la edad de los individuos capturados.

d) Dosificación y suministro de los tratamientos: previo al suministro de los tratamientos, los individuos seleccionados fueron acondicionados 15 días antes en las jaulas, para el confinamiento de la rata en la jaula, manteniéndose con agua y trozos de caña como base alimenticia. Los tratamientos fueron suministrados de acuerdo a la dosis letal recomendada por la empresa fabricante, variando así la dosis utilizada para cada tratamiento, pero fueron suministrados solamente una vez, y a la misma fecha para todas las unidades experimentales. La evaluación consistió en realizar un monitoreo diario para la recolección de datos, tomando registro de los individuos fallecidos previamente identificados.

4. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Tiempo letal al 50% (TL 50)

El cuadro 5 muestra el resumen del tiempo letal de 8 tratamientos evaluados, aplicando el antilogaritmo al resultado de la ecuación de regresión lineal para cada producto. A través de la metodología del análisis probit, se pudo determinar que el tiempo letal del producto rodenticida para el 50% de mortandad sobre la población evaluada se definió: para el rodenticida orgánico Fysa 101 a los 18 días, Fysa 102 a los 24 días, Fysa 103 a los 24 días y Fysa 104 se determinó a los 19 días.

En el caso de los rodenticidas químicos, el tiempo letal del producto químico Felino, empleando la misma metodología del análisis probit, se pudo determinar que el tiempo letal que el producto rodenticida muestra su efecto toxicológico sobre el 50% de la población evaluada fue a los 14 días, Caisa se determinó a los 11 días y Matarata, se determinó a los 17 días, por lo que se puede decir que el efecto letal al 50% fue mas efectivo para los productos químicos en comparación a los productos orgánicos.

El Cuadro 5 nos muestra el tiempo letal bajo una curvatura de muerte natural en condiciones de cautiverio para la rata cañera (*Sigmodon hispidus*) empleándose para el efecto, la metodología del análisis Probit y se determinó que en el tratamiento testigo murió el 50% de la población evaluada a los 58 días, no así el resto de tratamientos; empleando el menor tiempo el tratamiento químico CAISA (11 días)

Cuadro 5. Resumen del tiempo letal (TL 50) para el control de *Sigmodon hispidus* bajo condiciones de cautiverio. 2010.

CUADRO DE RESUMEN DEL TIEMPO LETAL 50			
TRATAMIENTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS (gr)/individuo	TIEMPO LETAL (días)
Testigo		0	58
Fysa 102	(Monstera deliciosa)	10	24
Fysa 103	(Nerium olenander)	10	24
Fysa 104	(Rhododendron indicum)	10	19
Fysa 101	Alocasia esculenta	10	18
Matarata	Cumatetralyl	4	17
Felino	Diphacinona	3	14
Caisa	Cumatetralyl	10	11

Fuente de Laboratorio 2010

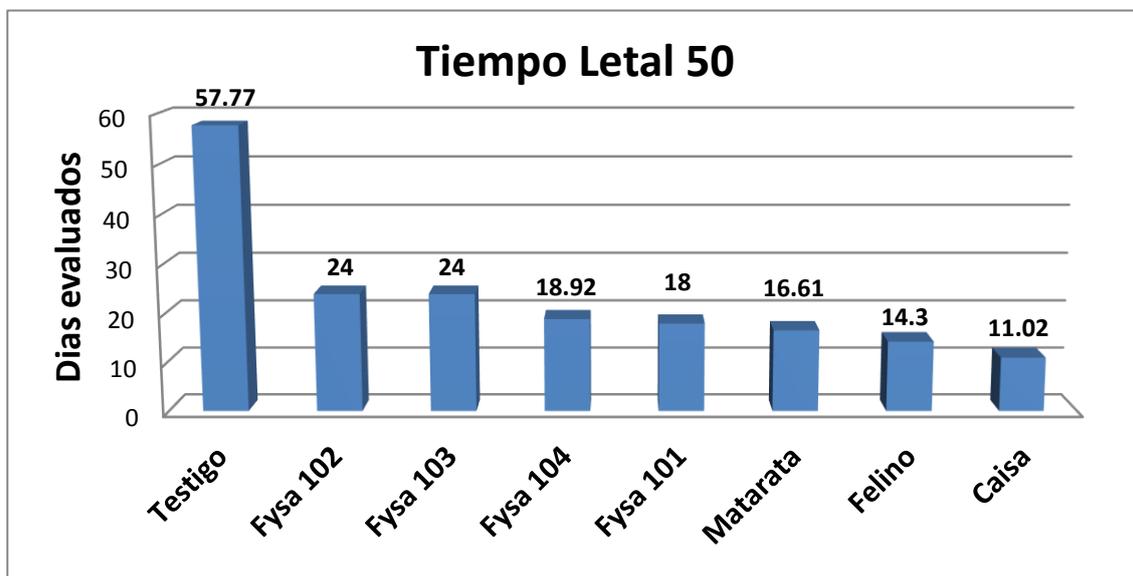
De acuerdo a la gráfica de la figura 7 observamos que, los distintos productos evaluados tuvieron tiempos letales mas cortos respecto al testigo, sin embargo, la tendencia del efecto toxicológico se muestra similar en los productos evaluados.

De los tres productos químicos evaluados el tratamiento que mostró mejor tiempo en causar su efecto toxicológico es el Tratamiento 6 correspondiente al roenticida Caisa, pero fue el producto suministrado a mayor dosis según las recomendaciones de la casa comercial(10gr/individuo), a diferencia de Matarata que fue de 4 gramos/individuo y Felino de 3 gramos/individuo. Las unidades que se administraron variaron en cantidad y por supuesto en ingrediente activo, lo cual supone un efecto diferente sobre la población de roedores.

De los 4 productos elaborados a base de extractos botánicos, el mejor tratamiento en causar un efecto toxicológico sobre el 50% de la población evaluada fue el tratamiento Fysa 101 con un tiempo de 18 días, muy similar

al producto Fysa 104 que tiene un tiempo de 19 días, pero si difieren de los tratamientos fysa 102 y fysa 103 ambos con un tiempo de 24 días. Todos los productos orgánicos fueron suministrados a una dosis de 10gr por individuo, lo que disminuyó considerablemente la variación entre tratamientos de origen botánico. Cuando se administra la dosis, sabemos que éstas contienen una cantidad de ingrediente activo mayor que la dosis letal 50, ya que siempre buscamos que al menos muera el 90-95 por ciento de la población, sin embargo en el caso de los productos orgánicos es muy importante conocer el efecto toxicológico sobre la población dosificada debido a que existe escasa información al respecto.

Con estos resultados podemos observar que los tratamientos evaluados presentaron tiempos letales muy prolongados bajo condiciones de cautiverio a las dosis suministradas, asumiendo que las probabilidades de ocurrencia en campo escasamente disminuirían las pérdidas en el cultivo.

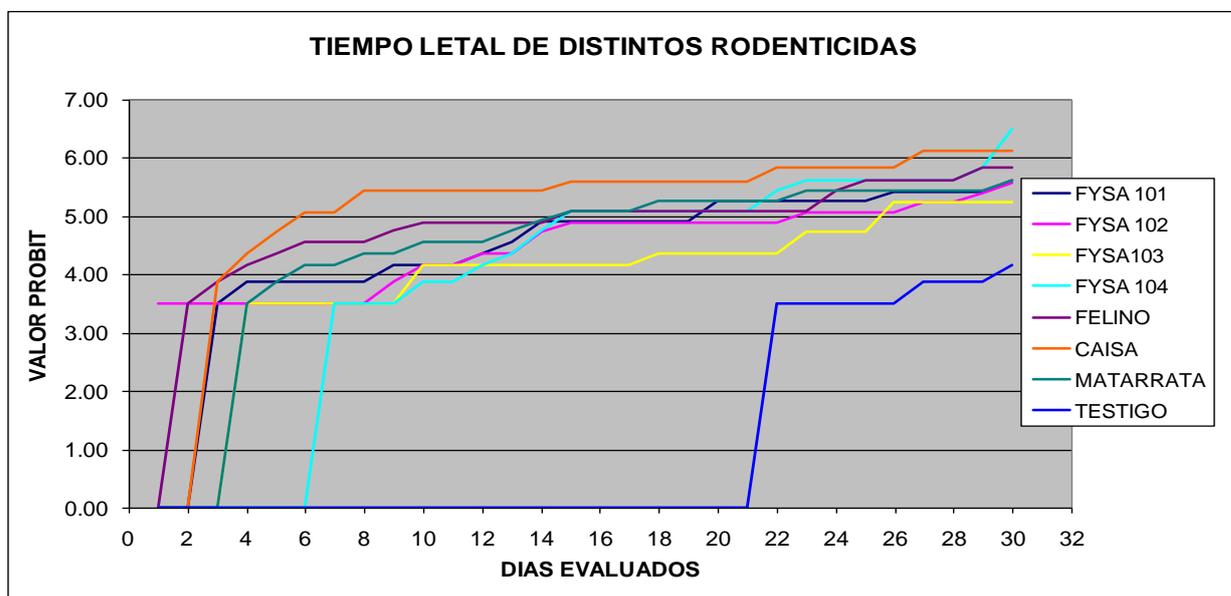


Fuente de laboratorio

Figura 7. Determinación del tiempo letal 50 (TL 50) en ocho tratamientos para el control de *Sigmodon hispidus* bajo condiciones de cautiverio. 2010.

La figura 7 nos muestra el comportamiento de los valores Probit, para los 8 tratamientos evaluados al tiempo letal 50, en el que podemos notar el mismo comportamiento de mortandad tanto para tratamientos químicos como

orgánicos; a diferencia del tratamiento testigo en el que se observa el inicio de mortandad hasta los 21 días.



Fuente de laboratorio.

Figura 8: Comportamiento de 8 tratamientos para el control de *Sigmodon hispidus* bajo condiciones de cautiverio. 2010.

4.2 Tiempo letal al 90% (TL 90)

El cuadro 6 en orden descendente muestra un resumen del tiempo letal de 8 tratamientos evaluados para el control del 90% de la población, obtenido a través de la metodología del análisis Probit; aplicando el antilogaritmo al resultado de la ecuación de regresión lineal para cada producto; se pudo determinar que el tiempo letal del producto rodenticida orgánico Fysa 101 se dio a los 42 días, Fysa 102 a los 132 días, Fysa 103 a los 56 y Fysa 104 a los 32 días.

En el caso de los rodenticidas químicos el tiempo letal del producto químico Felino, empleando la misma metodología del análisis Probit se pudo determinar a los 46 días, Caisa los 25 días y Matarata, se determinó a los 35 días.

Por lo que intuimos que los productos químicos muestran un efecto letal más rápido que los orgánicos estudiados.

El Cuadro 6 nos muestra el tiempo letal bajo una curvatura de muerte natural en condiciones de cautiverio para la rata de la especie S. hispidus. Se empleo la metodología del análisis Probit y se determinó que en el tratamiento testigo muriera el 90% de la población evaluada a los 104 días, muy parecido al Fysa 102 que obtuvo dicho efecto hasta los 132 días, por lo que el producto químico Caisa obtuvo el tiempo letal más rápido (25 días) en comparación al resto.

Cuadro 6. Resumen del tiempo letal (TL 90) para el control de *Sigmodon hispidus* bajo condiciones de cautiverio. 2010.

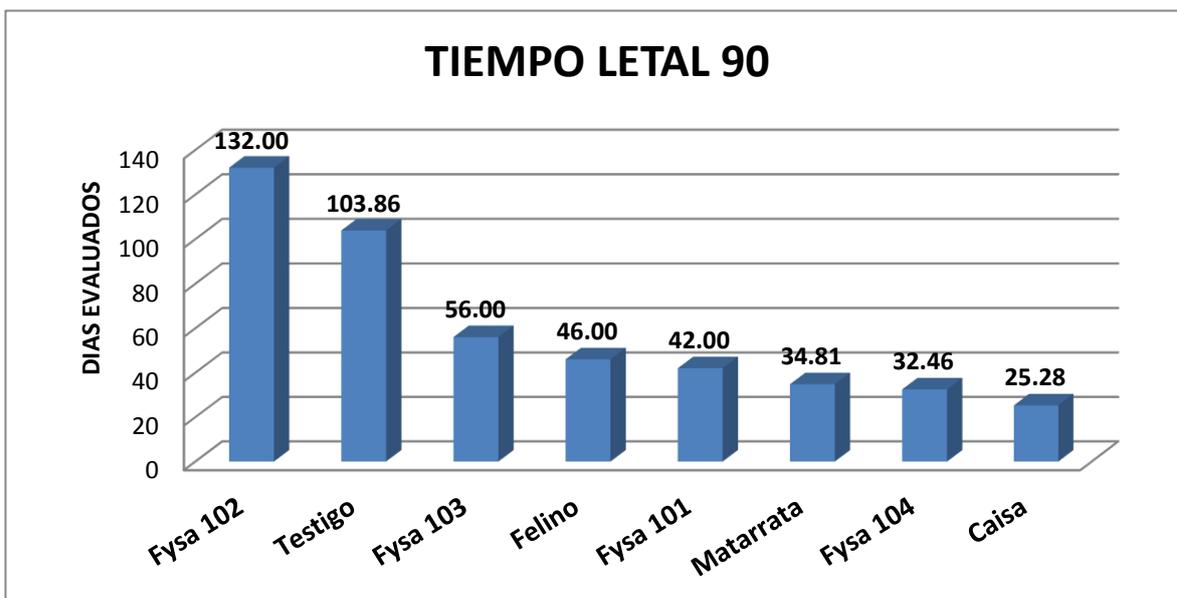
CUADRO DE RESUMEN DEL TIEMPO LETAL 90			
TRATAMIENTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS (gr)/individuo	TIEMPO LETAL (días)
Fysa 102	(Monstera deliciosa)	10	132
Testigo		0	104
Fysa 103	(Nerium oleander)	10	56
Felino	Diphacinona	3	46
Fysa 101	(Alocasia esculenta)	10	42
Matarrata	Cumatetralyl	4	35
Fysa 104	(Rhododendron indicum)	10	32
Caisa	Cumatetralyl	10	25

Fuente de laboratorio.

La figura 9 nos muestra el tiempo letal de los diferentes productos para causar el 90% de muerte sobre la población evaluada, esta tuvo una variación respecto al tratamiento testigo y entre tratamientos, de lo cual podemos definir que el rodenticida químico Caisa es el tratamiento con el mejor tiempo letal dando un TL 90 de 25 días. Según la descripción citada por el Doctor Badilla(1). el efecto toxicológico de un rodenticida

debería darse durante los primeros 30 días, la muerte causada después de los 30 días de cautiverio se considera como una muerte natural y no causada por el efecto toxicológico del tratamiento por lo que se puede determinar que los siguientes tratamientos: Fysa 101(t1), Fysa 102 (t 2), Fysa 103(t 3), Fysa 104 (T4), Felino (T5), Matarata (T7), que mostraron tiempos letales superiores a los 30 días, son productos con efecto toxicológico prolongado para el control de roedores de la especie Sigmodon hispidus. en condiciones de cautiverio y bajo estas dosis suministradas.

Un buen producto rodenticida debe garantizar el 90% de control sobre las poblaciones en el campo, aunque en la presente evaluación se obtuvieron tiempos letales muy elevados, los resultados pudieron diferir en la cantidad de dosis suministradas y la cantidad de ingrediente activo por tratamiento bajo condiciones de cautiverio; aunque en la presente evaluación no se pudo constatar.

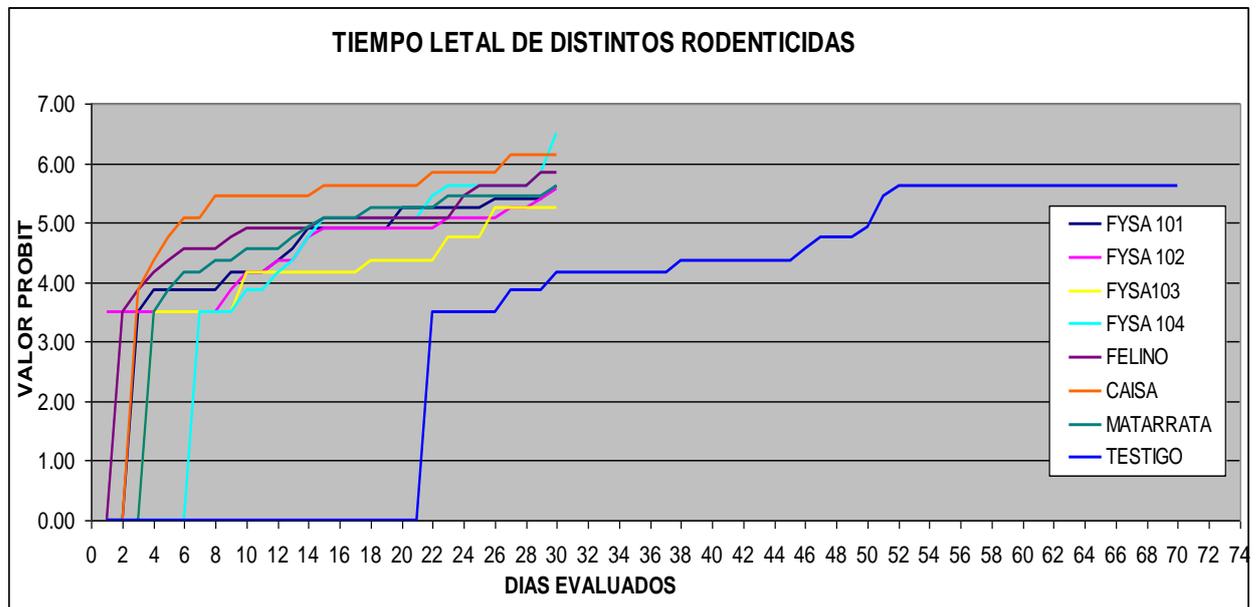


Fuente de laboratorio.

Figura 9. Determinación del tiempo letal 90 (TL 90) en ocho tratamientos para el control de *Sigmodon hispidus* bajo condiciones de cautiverio. 2010

La figura 10 nos muestra el comportamiento de los valores Probit, para los 8 tratamientos evaluados al tiempo letal 90, un valor Probit de 6 en la escala corresponde a un porcentaje de mortandad del 90% de la población evaluada, pero se observa que solamente dos tratamientos (Caisa y

Fysa104) fueron superiores a la escala durante los primeros 30 días de evaluación.



Fuente de laboratorio

Figura 10: Comportamiento de 8 tratamientos para el control de *Sigmodon hispidus* bajo condiciones de cautiverio TL90. 2010

4.3 Porcentaje de mortandad.

A la variable del porcentaje de mortandad se le practicó un análisis de varianza y para ello se ordenaron los datos de cada unidad experimental y se transformaron los valores con la función arcoseno (cuadro 13A), luego se efectuó el análisis de varianza (cuadro 7). En el cual se determinó que existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Así también se muestra el coeficiente de variación (22.99%) el cual fue bastante aceptable de acuerdo a las condiciones en que se condujo el experimento.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable porcentaje de mortandad transformados a arcoseno. Datos del 15 de enero de 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	7019.664063	1002.809143	4.9668	*0.004
ERROR	16	3230.445313	201.902832		
TOTAL	23	10250.109375			

Fuente de laboratorio.

* Significancia al nivel del 0.05 de probabilidad

C.V. = 22.99%

Cuadro 8. Comparación de medias del porcentaje de mortandad expresado en porcentaje, mediante el método de tukey al 5% de significancia.

DESCRIPCION	TRATAMIENTO	MEDIA
FYSA 104	4	81.14 A
CAISA	6	80.81 A
FELINO	5	76.92 A
FYSA 102	2	59.21 AB
FYSA 101	1	59.21 AB
MATARATA	7	59.21 AB
FYSA 103	3	51.14 AB
TESTIGO	8	26.56 B

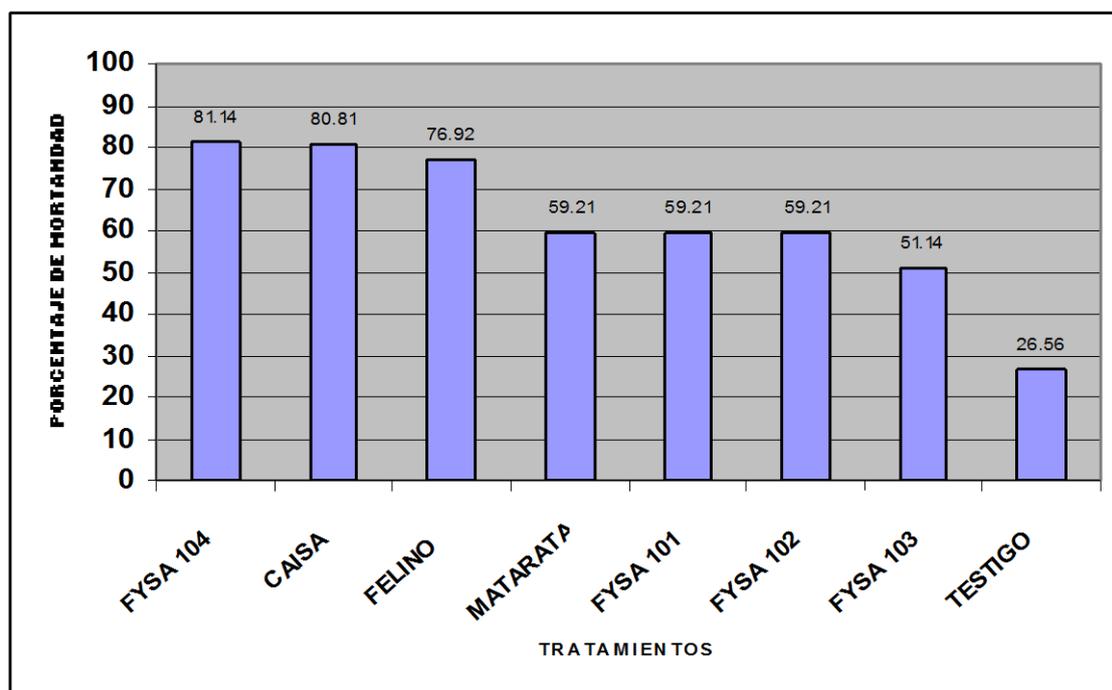
Fuente de laboratorio.

En el cuadro 8 obtenemos la prueba de Tukey efectuada a los tratamientos en estudio, la cual nos indica que los tratamientos Fysa 104 (81.4%), Caisa (80.81%) y Felino (76.92%) presentaron la mortandad mas alta para el control de la rata de la caña de azúcar, mostrando un efecto bastante alagador con respecto al resto de tratamientos.

El porcentaje de mortandad mostrado en la figura 11 fue obtenido durante los 30 días de evaluación considerados como efectivos para la determinación de la evaluación, podemos describir que los tratamientos evaluados son

poco efectivos para el control de roedores bajo condiciones de cautiverio, porque no existió un tratamiento que mostrara un 90 a 95 % de mortandad sobre la población sometida a evaluación, solamente se logró alcanzar el 81.14 % (Fysa 104) y 80.81% (Caisa), sin embargo, no se puede inferir que los productos son de mala calidad o no funcionales. Es de tomar en cuenta que los productos químicos de primera generación o los anticoagulantes y sus derivados tienen como órgano blanco al hígado. Allí interfieren competitivamente el metabolismo de la vitamina K, Brooks y Rowe(2), en las citas bibliográficas han demostrado que la flora bacteriana intestinal de los roedores sintetiza vitamina K, siendo una de las posibles formas en la que los tratamientos limitan su funcionalidad, aunque en la presente evaluación no se pudo constatar.

La figura 11 nos muestra en forma precisa el efecto de cada uno de los tratamientos en estudio en la mortalidad de la rata cañera, manifestando un efecto de mortandad bastante aceptable (81%) en comparación al testigo absoluto (26.56%).



Fuente de laboratorio.

Figura 11. Comportamiento de 8 tratamientos para el control de *Sigmodon hispidus*. En porcentaje de mortandad. 2010.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a la discusión de los resultados se concluyó lo siguiente:

1. Que el rodenticida Caisa presentó un tiempo letal del 50% de la población en 11 días y un tiempo letal sobre el 90% de la población evaluada en 25 días, siendo el producto con la unidad de tiempo letal mas corta respecto al efecto de los demás tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula 1 (Ho. 1.), planteada.
2. Según el análisis de varianza practicado para la variable del porcentaje de mortandad si existió un efecto significativo entre tratamientos, lo que se confirma con la prueba de medias; estadísticamente existe similitud entre los tratamientos 4 (Fysa 104), 6 (Caisa) y 5 (Felino) siendo los productos que alcanzaron los porcentajes de mortandad mas altos durante el periodo de evaluación, por lo que se rechaza la hipótesis nula 2 (Ho. 2), planteada.
3. De los tratamientos Químicos evaluados se determinó que el rodenticida Caisa presentó un tiempo letal sobre 90% de la población evaluada en 25 días, y de los tratamientos orgánicos el producto Fysa 104 presentó un tiempo letal de 32.46; ambos tratamientos presentaron un efecto toxicológico en la unidad mínima de tiempo respecto al efecto de los demás productos para el control de rata cañera (*Sigmodon hispidus*) en el cultivo de azúcar (*Saccharum officinarum*) por lo que se rechaza la hipótesis nula 3 (Ho.3.), planteada.

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones emanadas, se recomienda lo siguiente:

1. Continuar con el uso de rodenticidas anticoagulantes de primera generación principalmente cebos elaborados a base del ingrediente activo "Cumatetralyl", pero evaluar la dosis y tiempo letal óptimo, porque es efectivo para provocar la mortalidad a una dosis de 10gramos pero el producto suministrado a 4 gr. Presento un tiempo letal prolongado.
2. Se sugiere realizar pruebas de palatabilidad y mortalidad en campo con el producto Fysa 104 porque en la prueba de medias fue el tratamiento orgánico con índices de mortandad más elevado bajo condiciones de cautiverio, superando a los productos químicos comerciales, siendo una opción para el manejo integrado de la plaga.
3. Para evaluaciones posteriores en condiciones de cautiverio se recomienda tener condiciones más homogéneas en el área de evaluación, para estandarizar los efectos bajo condiciones de presión y selección natural en campo.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Badilla, F. 2009. Bioasesoria Internacional, Control biológico y manejo integrado de plagas. Costa Rica.
2. Brooks J.E. and Rowe F.P. 1979. Control de Roedores Domésticos O.M.S / O.P.S. Publicación Científica N°726.
3. Comité del manejo integrado de plagas de la caña de azúcar. 2009. Secuencia optima del manejo integrado de la rata en campo (CAÑAMIP). CD Guatemala. pp 5
4. Comité de Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar. 2003. Estudio preliminar del plan preventivo de roedores. (CAÑAMIP) Boletín No.5, Guatemala. pp 4
5. Coto, H. 1977. Biología y control de ratas sinantrópicas. Editorial Abierta, Buenos Aires, Argentina. 187 p.
6. De Paz, R. 2009. Diseños y Análisis de experimentos Agrícolas. Segunda Edición, Editorial xela print. Quetzaltenango, Guatemala. P30
7. Duckett, J.E.; Karuppiah, S. 1989. A guide to the planter in utilizing barn owl (*Tyto alba*) as an effective biological control of rats in mature oil palm plantations. In. PORIM International oil palm Development Conference. Proceedings, Malasia, p. 357-37
8. Estrada, J.; Salazar, R.; Carrillo, E. 1,996. Estimación de pérdidas causadas por la rata cañera, en caña de azúcar variedad CP-722086. *En: I Simposio Nacional de Plagas de la Caña de Azúcar.* Ed. CAÑAMIP, Guatemala. pp. 104-111.

9. Gispert, C. 1991. Historia Natural. Tomo I: Vertebrados. Editorial Océano. Instituto Gallach. Barcelona, España. 186p
10. Greaves, J.H. 1984. La lucha contra los roedores en la agricultura. Estudio de la F.A.O. N° 40. 88 pgs.
11. GREAVES, J.H. 1,990. Rodent Control in agricultura: a handbook on the biology and control of comensal rodents as agricultural pests. FAO Plant production and protection paper No. 40 Rome, Italy. pp 47-63.
12. Lidicker, Jr. W. 1988. Solving the enigma of Microtine "cycles". Journal of Mammalogy, Vol.69 No.2, 225-235 p.
13. Márquez, J. M. 2002. Metodología del muestreo de daño y pérdidas ocasionadas por rata encaña de azúcar. En: Memoria del XIV Congreso de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA) Guatemala, ATAGUA. pp. 68- 74
14. Márquez J.M y López, E. 2006. Nivel de daño económico para las plagas de importancia en cañade azúcar y su estimación con base en un programa diseñado por CENGICAÑA. En Memoria de presentación de resultados de investigación, zafra 2005-2006. Guatemala, CENGICAÑA. pp. 194-200.
15. Mills, J.; Childs, J. 1998. Ecologic studies of rodent reservoirs: their relevance for human health. Emergin infectious diseases. 4(4)
16. Morishita, M. 1992. A possible relationship between outbreaks of planthoppers, *Nilaparvata lugens* Stal and *Sogatella furcifera* Horvath (hemiptera: delphacidae) in Japan and the El Niño phenomenon. Applied Entomology Zoology. 27(2):297-299.

17. Orozco, H; Soto, GJ; Pérez, O; Ventura, R; Recinos, M. 1995. Estratificación preliminar de la zona de producción de la caña de azúcar (*Sacharum* sp.) en Guatemala con fines de investigación en variedades. Guatemala, centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Documento Técnico no. 6. p 33.

18. Retana, J.; Solera, M.; Álvarez, H. 2000. Efecto de la variabilidad climática sobre la fluctuación poblacional de la rata cañera (*Sigmodon hispidus*) en Cañas, Guanacaste. Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica. 11 p.
http://www.imn.ac.cr/publicaciones/estudios/Variab_clima_ratascr.pdf

19. Subirós, F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. Ed. Universidad estatal distancia. San José Costa Rica. 448 p.

20. SUMMA. 1996. El mundo tiene fiebre. SUMMA. Medio Ambiente. Edición 28. Set: 26- 28.

21. Wallace, M.E.; Macswinney, F.J. 1976. (cit. en Brooks y Rowe). Control de Roedores Domésticos. Doc. W.H.O/V.P.C/79.276/ O.M.S.

8. ANEXOS

Cuadro 1A . Probits correspondientes a los distintos valores para la función suma de la distribución normal. Bioasesoría Internacional. Dr. Francisco Badilla.



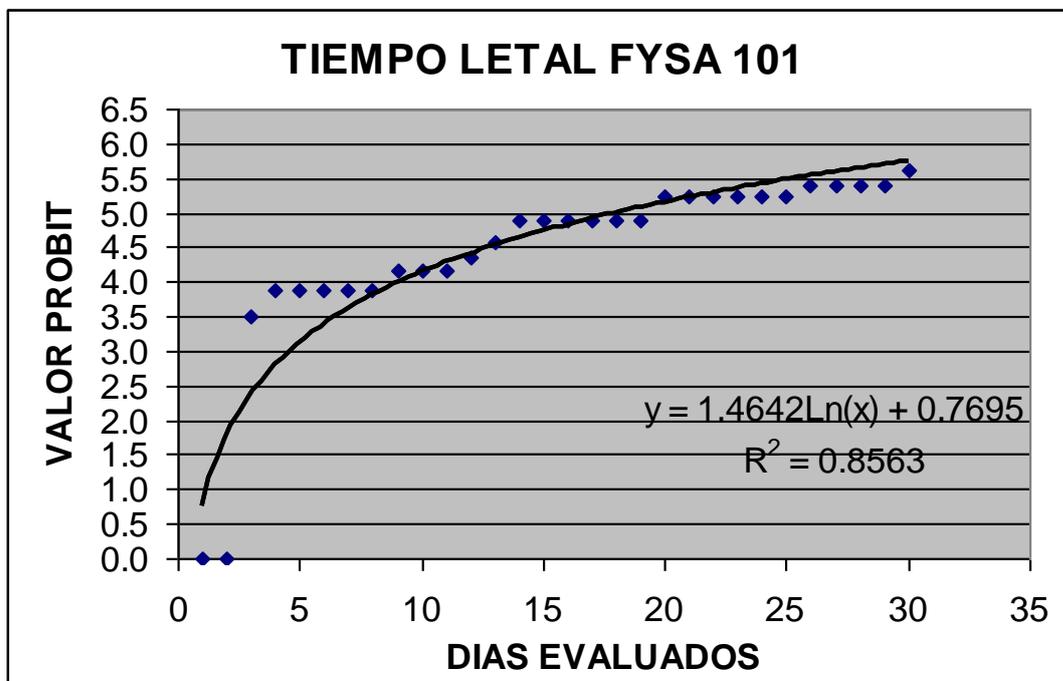
BIOASESORIA INTERNACIONAL CONTROL BIOLÓGICO Y MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS.

Funcion suma	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
		1.91	2.12	2.25	2.35	2.42	2.49	2.54	2.50	2.63
1	2.67	2.71	2.74	2.77	2.80	2.83	2.80	2.88	2.90	2.93
2	2.95	2.97	2.99	3.01	3.02	3.04	3.06	3.07	3.09	3.10
3	3.12	3.13	3.15	3.16	3.18	3.19	3.20	3.21	3.23	3.24
4	3.25	3.26	3.27	3.28	3.29	3.31	3.32	3.33	3.34	3.35
5	3.36	3.37	3.37	3.38	3.39	3.40	3.41	3.42	3.43	3.44
6	3.45	3.45	3.46	3.47	3.48	3.49	3.49	3.50	3.51	3.52
7	3.52	3.53	3.54	3.55	3.55	3.56	3.57	3.57	3.58	3.59
8	3.60	3.60	3.61	3.62	3.62	3.63	3.63	3.64	3.65	3.65
9	3.66	3.67	3.67	3.68	3.68	3.69	3.70	3.70	3.71	3.71
	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
10	3.72	3.77	3.83	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.09	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.62	4.64	4.67	4.70	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.93	4.95	4.98
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.60
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
90	6.28	6.29	6.29	6.30	6.31	6.31	6.32	6.32	6.33	6.34
91	6.34	6.35	6.35	6.36	6.37	6.37	6.38	6.39	6.39	6.49
92	6.41	6.41	6.42	6.43	6.43	6.44	6.45	6.45	6.46	6.47
93	6.48	6.48	6.49	6.50	6.51	6.51	6.52	6.53	6.54	6.55
94	6.56	6.56	6.57	6.58	6.59	6.60	6.61	6.62	6.63	6.64
95	6.65	6.66	6.67	6.68	6.69	6.70	6.71	6.72	6.73	6.74
96	6.75	6.76	6.77	6.79	6.80	6.81	6.83	6.84	6.85	6.87
97	6.88	6.90	6.91	6.93	6.94	6.96	6.98	7.00	7.01	7.03
98	7.05	7.08	7.10	7.12	7.14	7.17	7.20	7.23	7.26	7.29
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.08

Cuadro 2A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.

TIEMPO LETAL DE FYSA 101				
Día Evaluado.	No. Ratas Muertas	Acumulado R.M.	% De Ratas	VALOR PROBIT
1	0	0	0.0	0.00
2	0	0	0.0	0.00
3	1	1	6.7	3.50
4	1	2	13.3	3.87
5	0	2	13.3	3.87
6	0	2	13.3	3.87
7	0	2	13.3	3.87
8	0	2	13.3	3.87
9	1	3	20.0	4.16
10	0	3	20.0	4.16
11	0	3	20.0	4.16
12	1	4	26.7	4.36
13	1	5	33.3	4.56
14	2	7	46.7	4.90
15	0	7	46.7	4.90
16	0	7	46.7	4.90
17	0	7	46.7	4.90
18	0	7	46.7	4.90
19	0	7	46.7	4.90
20	2	9	60.0	5.25
21	0	9	60.0	5.25
22	0	9	60.0	5.25
23	0	9	60.0	5.25
24	0	9	60.0	5.25
25	0	9	60.0	5.25
26	1	10	66.7	5.41
27	0	10	66.7	5.41
28	0	10	66.7	5.41
29	0	10	66.7	5.41
30	1	11	73.3	5.61

Fuente de laboratorio.



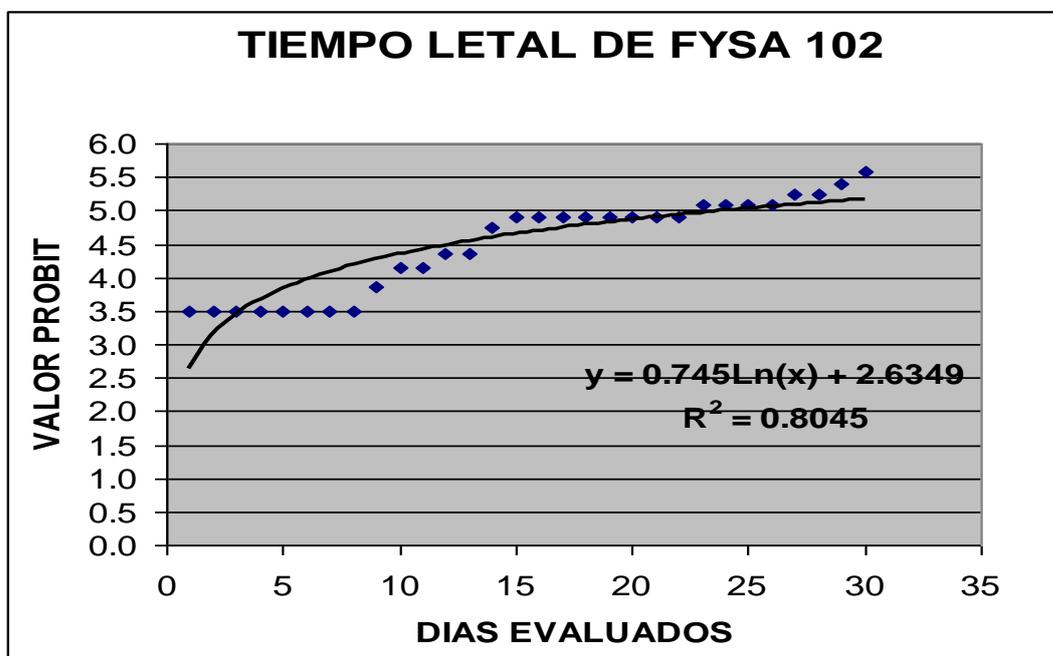
Fuente de laboratorio.

Figura 1A: Comportamiento del TL 50 del producto rodenticida Fysa 101. 2010

Cuadro 3A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.

TIEMPO LETAL DE FYSA 102				
Día Evaluado.	No. Ratas Muertas	Acumulado R.M.	% De Ratas Acumulado.	VALOR PROBIT
1	1	1	6.7	3.50
2	0	1	6.7	3.50
3	0	1	6.7	3.50
4	0	1	6.7	3.50
5	0	1	6.7	3.50
6	0	1	6.7	3.50
7	0	1	6.7	3.50
8	0	1	6.7	3.50
9	1	2	13.3	3.87
10	1	3	20.0	4.16
11	0	3	20.0	4.16
12	1	4	26.7	4.36
13	0	4	26.7	4.36
14	2	6	40.0	4.75
15	1	7	46.7	4.90
16	0	7	46.7	4.90
17	0	7	46.7	4.90
18	0	7	46.7	4.90
19	0	7	46.7	4.90
20	0	7	46.7	4.90
21	0	7	46.7	4.90
22	0	7	46.7	4.90
23	1	8	53.3	5.08
24	0	8	53.3	5.08
25	0	8	53.3	5.08
26	0	8	53.3	5.08
27	1	9	60.0	5.25
28	0	9	60.0	5.25
29	1	10	66.7	5.41
30	1	11	73.3	5.58

Fuente de laboratorio.



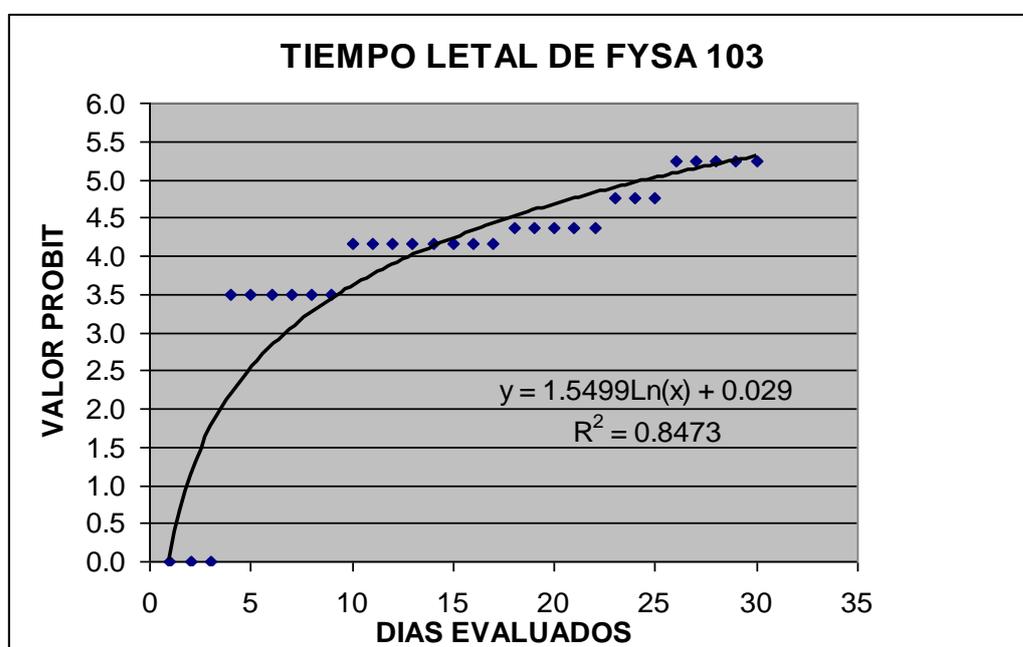
Fuente de laboratorio.

Figura 2A: Comportamiento del TL 50 del producto rodenticida Fysa 102. 2010

Cuadro 4A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.

TIEMPO LETAL DE FYSA 103				
Día Evaluado.	No. Ratas Muertas	Acumulado R.M.	% De Ratas Acumulado.	VALOR PROBIT
1	0	0	0.0	0.00
2	0	0	0.0	0.00
3	0	0	0.0	0.00
4	1	1	6.7	3.50
5	0	1	6.7	3.50
6	0	1	6.7	3.50
7	0	1	6.7	3.50
8	0	1	6.7	3.50
9	0	1	6.7	3.50
10	2	3	20.0	4.16
11	0	3	20.0	4.16
12	0	3	20.0	4.16
13	0	3	20.0	4.16
14	0	3	20.0	4.16
15	0	3	20.0	4.16
16	0	3	20.0	4.16
17	0	3	20.0	4.16
18	1	4	26.7	4.36
19	0	4	26.7	4.36
20	0	4	26.7	4.36
21	0	4	26.7	4.36
22	0	4	26.7	4.36
23	2	6	40.0	4.75
24	0	6	40.0	4.75
25	0	6	40.0	4.75
26	3	9	60.0	5.25
27	0	9	60.0	5.25
28	0	9	60.0	5.25
29	0	9	60.0	5.25
30	0	9	60.0	5.25

Fuente de Laboratorio.



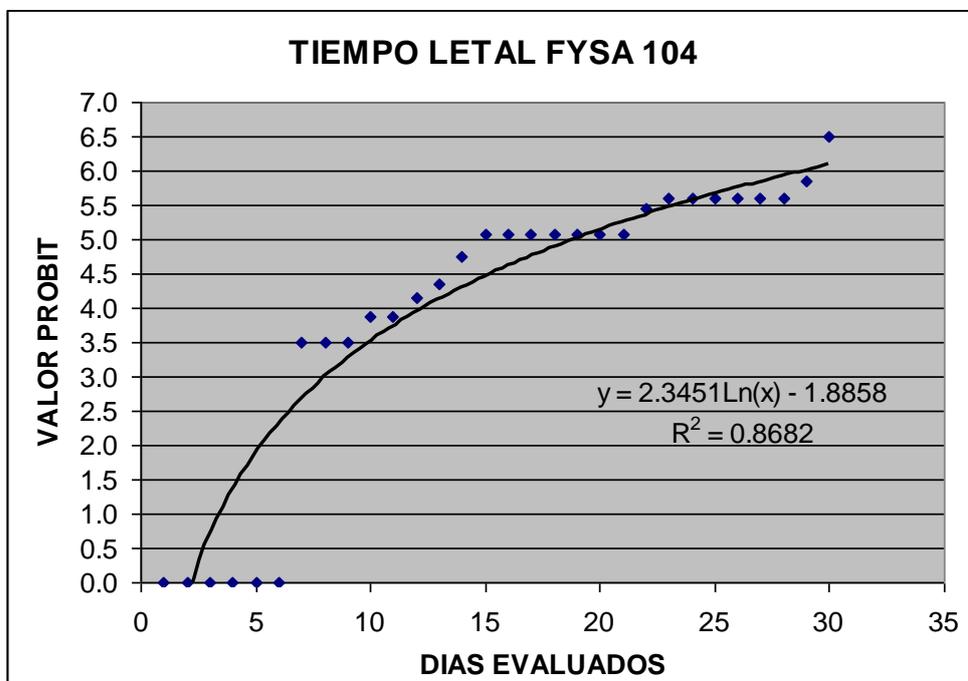
Fuente de laboratorio.

Figura 3A: Comportamiento del TL50 del producto rodenticida Fysa 103. 2010

Cuadro 5A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.

TIEMPO LETAL DE FYSA 104				
Día Evaluado.	No. Ratas Muertas	Acumulado R.M.	% De Ratas Acumulado.	VALOR PROBIT
1	0	0	0.0	0.00
2	0	0	0.0	0.00
3	0	0	0.0	0.00
4	0	0	0.0	0.00
5	0	0	0.0	0.00
6	0	0	0.0	0.00
7	1	1	6.7	3.50
8	0	1	6.7	3.50
9	0	1	6.7	3.50
10	1	2	13.3	3.87
11	0	2	13.3	3.87
12	1	3	20.0	4.16
13	1	4	26.7	4.36
14	2	6	40.0	4.75
15	2	8	53.3	5.08
16	0	8	53.3	5.08
17	0	8	53.3	5.08
18	0	8	53.3	5.08
19	0	8	53.3	5.08
20	0	8	53.3	5.08
21	0	8	53.3	5.08
22	2	10	66.7	5.44
23	1	11	73.3	5.61
24	0	11	73.3	5.61
25	0	11	73.3	5.61
26	0	11	73.3	5.61
27	0	11	73.3	5.61
28	0	11	73.3	5.61
29	1	12	80.0	5.84
30	2	14	93.3	6.50

Fuente: Elaborado por el autor 2010.



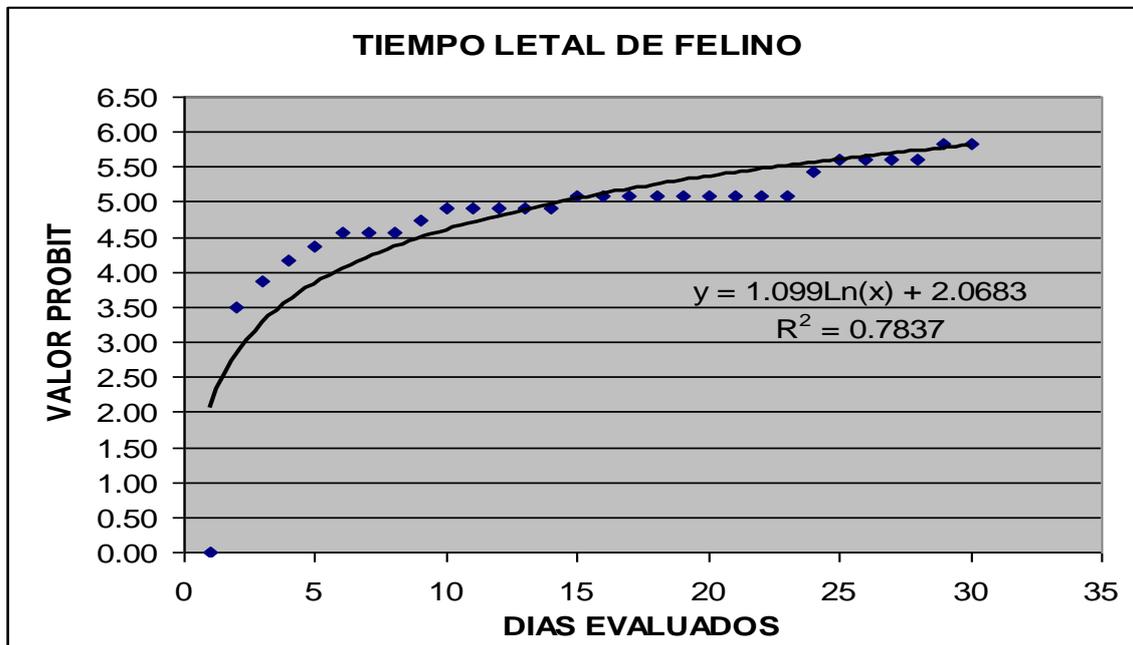
Fuente de laboratorio.

Figura 4A: Comportamiento del TL50 del producto rodenticida FySA 104. 2010

Cuadro 6A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.

TIEMPO LETAL DE FELINO				
Día Evaluado.	No. Ratas Muertas	Acumulado R.M.	% De Ratas Acumulado.	VALOR PROBIT
1	0	0	0.0	0.00
2	1	1	6.7	3.50
3	1	2	13.3	3.87
4	1	3	20.0	4.16
5	1	4	26.7	4.36
6	1	5	33.3	4.56
7	0	5	33.3	4.56
8	0	5	33.3	4.56
9	1	6	40.0	4.75
10	1	7	46.7	4.90
11	0	7	46.7	4.90
12	0	7	46.7	4.90
13	0	7	46.7	4.90
14	0	7	46.7	4.90
15	1	8	53.3	5.08
16	0	8	53.3	5.08
17	0	8	53.3	5.08
18	0	8	53.3	5.08
19	0	8	53.3	5.08
20	0	8	53.3	5.08
21	0	8	53.3	5.08
22	0	8	53.3	5.08
23	0	8	53.3	5.08
24	2	10	66.7	5.44
25	1	11	73.3	5.61
26	0	11	73.3	5.61
27	0	11	73.3	5.61
28	0	11	73.3	5.61
29	1	12	80.0	5.84
30	0	12	80.0	5.84

Fuente de laboratorio



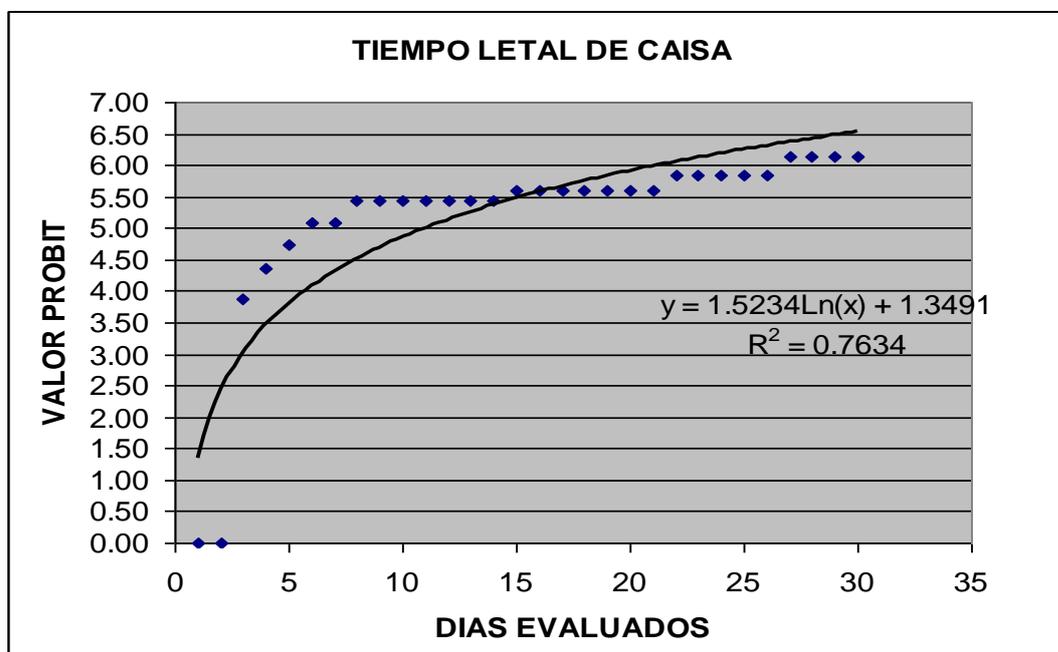
Fuente de laboratorio.

Figura 5A: Comportamiento del tiempo letal del producto rodenticida Felino. 2010

Cuadro 7A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.

TIEMPO LETAL DE CAISA				
Día Evaluado.	No. Ratas Muertas	Acumulado R.M.	% De Ratas Acumulado.	VALOR PROBIT
1	0	0	0.0	0.00
2	0	0	0.0	0.00
3	2	2	13.3	3.87
4	2	4	26.7	4.36
5	2	6	40.0	4.75
6	2	8	53.3	5.08
7	0	8	53.3	5.08
8	2	10	66.7	5.44
9	0	10	66.7	5.44
10	0	10	66.7	5.44
11	0	10	66.7	5.44
12	0	10	66.7	5.44
13	0	10	66.7	5.44
14	0	10	66.7	5.44
15	1	11	73.3	5.61
16	0	11	73.3	5.61
17	0	11	73.3	5.61
18	0	11	73.3	5.61
19	0	11	73.3	5.61
20	0	11	73.3	5.61
21	0	11	73.3	5.61
22	1	12	80.0	5.84
23	0	12	80.0	5.84
24	0	12	80.0	5.84
25	0	12	80.0	5.84
26	0	12	80.0	5.84
27	1	13	86.7	6.13
28	0	13	86.7	6.13
29	0	13	86.7	6.13
30	0	13	86.7	6.13

Fuente de laboratorio.



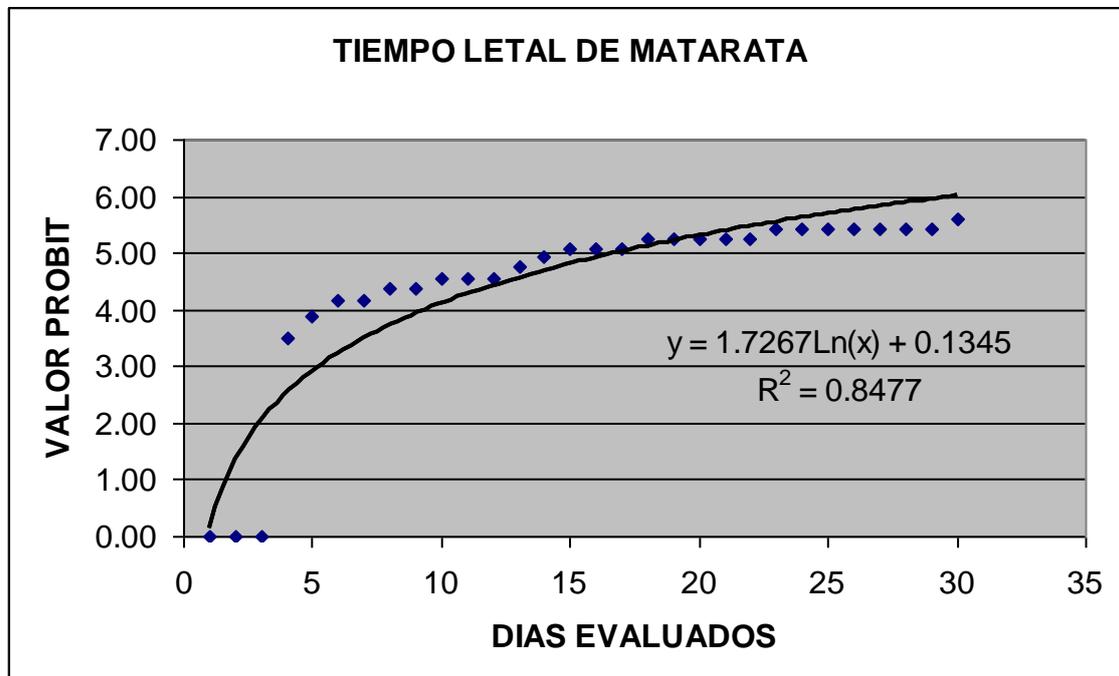
Fuente de laboratorio.

Figura 6A: Comportamiento del tiempo letal del producto rodenticida Caixa. 2010

Cuadro 8A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.

TIEMPO LETAL DE MATARATA				
Día Evaluado.	No. Ratas Muertas	Acumulado R.M.	% De Ratas Acumulado.	VALOR PROBIT
1	0	0	0.0	0.00
2	0	0	0.0	0.00
3	0	0	0.0	0.00
4	1	1	6.7	3.50
5	1	2	13.3	3.87
6	1	3	20.0	4.16
7	0	3	20.0	4.16
8	1	4	26.7	4.36
9	0	4	26.7	4.36
10	1	5	33.3	4.56
11	0	5	33.3	4.56
12	0	5	33.3	4.56
13	1	6	40.0	4.75
14	1	7	46.7	4.93
15	1	8	53.3	5.08
16	0	8	53.3	5.08
17	0	8	53.3	5.08
18	1	9	60.0	5.25
19	0	9	60.0	5.25
20	0	9	60.0	5.25
21	0	9	60.0	5.25
22	0	9	60.0	5.25
23	1	10	66.7	5.44
24	0	10	66.7	5.44
25	0	10	66.7	5.44
26	0	10	66.7	5.44
27	0	10	66.7	5.44
28	0	10	66.7	5.44
29	0	10	66.7	5.44
30	1	11	73.3	5.61

Fuente de laboratorio.



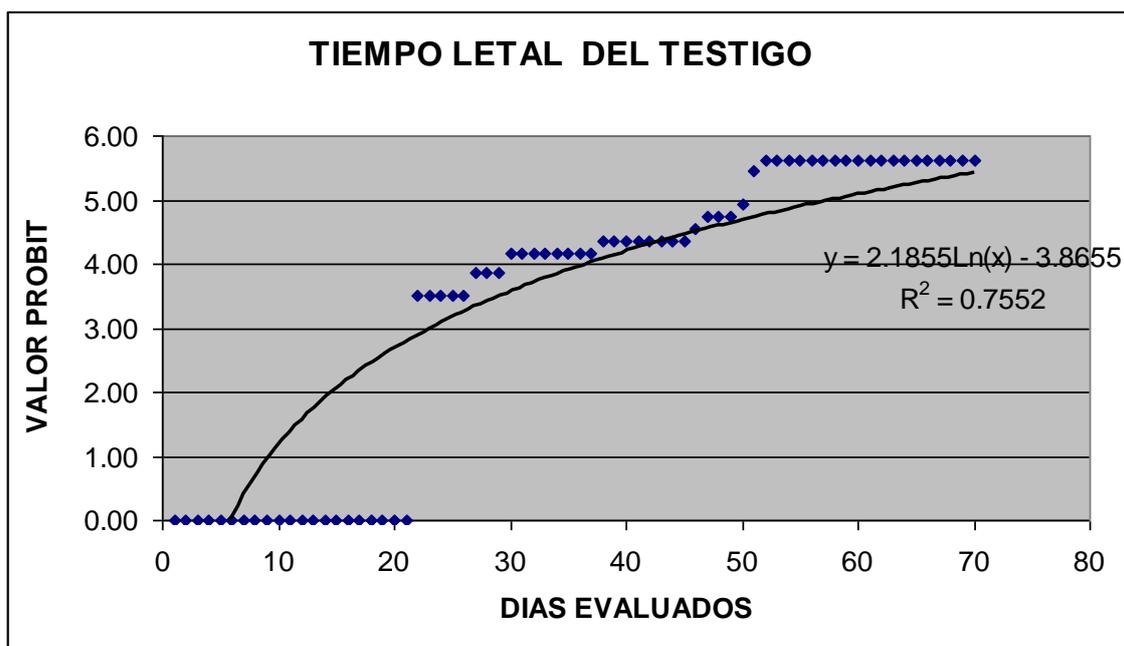
Fuente de laboratorio.

Figura 7A: Comportamiento del tiempo letal del producto rodenticida Matarata. 2010

Cuadro 9A. Datos de dos variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2010 en el área experimental.

TIEMPO LETAL DEL TESTIGO				
Día Evaluado.	No. Ratas Muertas	Acumulado R.M.	% De Ratas Acumulado.	VALOR PROBIT
1	0	0	0.0	0.00
2	0	0	0.0	0.00
3	0	0	0.0	0.00
4	0	0	0.0	0.00
5	0	0	0.0	0.00
6	0	0	0.0	0.00
7	0	0	0.0	0.00
8	0	0	0.0	0.00
9	0	0	0.0	0.00
10	0	0	0.0	0.00
11	0	0	0.0	0.00
12	0	0	0.0	0.00
13	0	0	0.0	0.00
14	0	0	0.0	0.00
15	0	0	0.0	0.00
16	0	0	0.0	0.00
17	0	0	0.0	0.00
18	0	0	0.0	0.00
19	0	0	0.0	0.00
20	0	0	0.0	0.00
21	0	0	0.0	0.00
22	1	1	6.7	3.50
23	0	1	6.7	3.50
24	0	1	6.7	3.50
25	0	1	6.7	3.50
26	0	1	6.7	3.50
27	1	2	13.3	3.87
28	0	2	13.3	3.87
29	0	2	13.3	3.87
30	1	3	20.0	4.16
31	0	3	20.0	4.16
32	0	3	20.0	4.16
33	0	3	20.0	4.16
34	0	3	20.0	4.16
35	0	3	20.0	4.16
36	0	3	20.0	4.16
37	0	3	20.0	4.16
38	1	4	26.7	4.36
39	0	4	26.7	4.36
40	0	4	26.7	4.36
41	0	4	26.7	4.36
42	0	4	26.7	4.36
43	0	4	26.7	4.36
44	0	4	26.7	4.36
45	0	4	26.7	4.36
46	1	5	33.3	4.56
47	1	6	40.0	4.75
48	0	6	40.0	4.75
49	0	6	40.0	4.75
50	1	7	46.7	4.93
51	3	10	66.7	5.44
52	1	11	73.3	5.61
53	0	11	73.3	5.61
54	0	11	73.3	5.61
55	0	11	73.3	5.61
56	0	11	73.3	5.61
57	0	11	73.3	5.61
58	0	11	73.3	5.61
59	0	11	73.3	5.61
60	0	11	73.3	5.61
61	0	11	73.3	5.61
62	0	11	73.3	5.61
63	0	11	73.3	5.61
64	0	11	73.3	5.61
65	0	11	73.3	5.61
66	0	11	73.3	5.61
67	0	11	73.3	5.61
68	0	11	73.3	5.61
69	0	11	73.3	5.61
70	0	11	73.3	5.61

Fuente de laboratorio.



Fuente de laboratorio.

Figura 8A: Determinación del TL 50 para el tratamiento testigo con *Sigmodon hispidus* bajo condiciones de cautiverio.

Cuadro 10A. Porcentaje de mortalidad y el tiempo promedio de muerte para los 6 rodenticidas evaluados. CENGICAÑA-CAÑAMIP, 2008

Rodenticida	Ingrediente activo	No. ratas	Peso medio (gr) de especímenes	Peso de rodent/rata	% Mortalidad	Tiempo medio de mortalidad (días)
CAÑAMIP-Pantaleón	Cumatetralil	10	68.6	5.0	90	5.3
Storm	Flocoumafen	10	67.3	3.5	70	6.4
Klerat	Brodifacoum	10	91.2	4.71	100	6.6
Ramik green	Diphacinona	10	90.2	6.2	90	7.1
Neopest	Brodifacoum	10	109.0	3.21	100	5.8
CAÑAMIP-Santa Ana	Cumatetralil	9	81.00	15.0	89	4.3

Cuadro 11A. Datos de tres variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2,010 en el área experimental.



INGENIO MAGDALENA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION AGRICOLA
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS



EVALUACION EN CAUTIVARIO DEL EFECTO TOXICOLOGICO CAUSADO POR OCHO RODENTICIDAS

No DE JAULA	REPETICION	TRATAMIENTO	DOSIS	FECHA DE APLICACIÓN	FECHA DE MUERTE	DIAS A LA MUERTE
26	T8 R3	TESTIGO		24/10/2009	09/12/2009	46
31	T5 R1	FELINO	3 gr	24/10/2009	28/10/2009	4
46	T1 R1	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	07/11/2009	14
21	T6 R2	CAISA	10 gr	24/10/2009	01/12/2009	38
16	T2 R1	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	23/11/2009	30
1	T4 R1	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	05/12/2009	42
22	T6 R2	CAISA	10 gr	24/10/2009	01/11/2009	8
11	T3 R3	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	03/11/2009	10
47	T1 R1	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	23/11/2009	30
6	T7 R3	MATARATA	4 gr	24/10/2009	24/11/2009	31
27	T8 R3	TESTIGO		24/10/2009	02/01/2010	70
12	T3 R3	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	04/12/2009	41
23	T6 R2	CAISA	10 gr	24/10/2009	28/10/2009	4
48	T1 R1	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	30/11/2009	37
32	T5 R1	FELINO	3 gr	24/10/2009	27/10/2009	3
49	T1 R1	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	27/10/2009	3
17	T2 R1	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	22/11/2009	29
24	T6 R2	CAISA	10 gr	24/10/2009	20/11/2009	27
2	T4 R1	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	07/11/2009	14
18	T2 R1	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	25/11/2009	32
33	T5 R1	FELINO	3 gr	24/10/2009	08/11/2009	15
7	T7 R3	MATARATA	4 gr	24/10/2009	08/11/2009	15
28	T8 R3	TESTIGO		24/10/2009	02/01/2010	70
25	T6 R2	CAISA	10 gr	24/10/2009	30/10/2009	6
3	T4 R1	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	05/11/2009	12
34	T5 R1	FELINO	3 gr	24/10/2009	18/11/2009	25
13	T3 R3	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	28/10/2009	4
4	T4 R1	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	23/11/2009	30
14	T3 R3	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	11/11/2009	18
50	T1 R1	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	13/11/2009	20
8	T7 R3	MATARATA	4 gr	24/10/2009	07/11/2009	14
19	T2 R1	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	30/11/2009	37
91	T1 R3	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	13/11/2009	20
35	T5 R1	FELINO	3 gr	24/10/2009	29/10/2009	5
29	T8 R3	TESTIGO		24/10/2009	20/11/2009	27
92	T1 R3	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	06/11/2009	13
9	T7 R3	MATARATA	4 gr	24/10/2009	16/11/2009	23
15	T3 R3	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	16/11/2009	23
93	T1 R3	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	05/11/2009	12
10	T7 R3	MATARATA	4 gr	24/10/2009	03/11/2009	10
5	T4 R1	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	22/11/2009	29
94	T1 R3	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	19/11/2009	26
95	T1 R3	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	03/12/2009	40
36	T3 R1	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	03/12/2009	40
71	T5 R3	FELINO	3 gr	24/10/2009	22/11/2009	29
61	T7 R1	MATARATA	4 gr	24/10/2009	23/11/2009	30
62	T7 R1	MATARATA	4 gr	24/10/2009	01/12/2009	38
116	T1 R2	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	07/11/2009	14
41	T6 R3	CAISA	10 gr	24/10/2009	01/11/2009	8
117	T1 R2	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	05/12/2009	42
30	T8 R3	TESTIGO		24/10/2009	13/12/2009	50
56	T4 R3	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	08/11/2009	15
20	T2 R1	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	05/11/2009	12
63	T7 R1	MATARATA	4 gr	24/10/2009	11/11/2009	18
72	T5 R3	FELINO	3 gr	24/10/2009	17/11/2009	24
37	T3 R1	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	03/11/2009	10
51	T8 R2	TESTIGO		24/10/2009	10/12/2009	47
64	T7 R1	MATARATA	4 gr	24/10/2009	06/11/2009	13
73	T5 R3	FELINO	3 gr	24/10/2009	17/11/2009	24
74	T5 R3	FELINO	3 gr	24/10/2009	02/12/2009	39
42	T6 R3	CAISA	10 gr	24/10/2009	29/10/2009	5
52	T8 R2	TESTIGO		24/10/2009	02/01/2010	70
75	T5 R3	FELINO	3 gr	24/10/2009	05/12/2009	42
118	T1 R2	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	28/10/2009	4
38	T3 R1	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	19/11/2009	26
66	T2 R2	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	26/11/2009	33
67	T2 R2	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	07/11/2009	14
57	T4 R3	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	07/11/2009	14
68	T2 R2	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	07/11/2009	14
53	T8 R2	TESTIGO		24/10/2009	01/12/2009	38
39	T3 R1	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	16/11/2009	23
106	T5 R2	FELINO	3 gr	24/10/2009	30/11/2009	37
54	T8 R2	TESTIGO		24/10/2009	14/12/2009	51
65	T7 R1	MATARATA	4 gr	24/10/2009	30/11/2009	37

Fuente de laboratorio.

Cuadro 12A. Datos de tres variables de respuesta en estudio, extraídos el 15 de enero de 2,010 en el área experimental.

119	T1 R2	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	05/12/2009	42
58	T4 R3	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	15/11/2009	22
55	T8 R2	TESTIGO		24/10/2009	15/11/2009	22
81	T8 R1	TESTIGO		24/10/2009	02/01/2010	70
69	T2 R2	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	16/11/2009	23
107	T5 R2	FELINO	3 gr	24/10/2009	02/11/2009	9
43	T6 R3	CAISA	10 gr	24/10/2009	27/10/2009	3
44	T6 R3	CAISA	10 gr	24/10/2009	28/10/2009	4
82	T8 R1	TESTIGO		24/10/2009	14/12/2009	51
96	T7 R2	MATARATA	4 gr	24/10/2009	29/10/2009	5
45	T6 R3	CAISA	10 gr	24/10/2009	15/11/2009	22
70	T2 R2	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	20/11/2009	27
120	T1 R2	FYSA 101	10 gr	24/10/2009	02/11/2009	9
86	T6 R1	CAISA	10 gr	24/10/2009	08/11/2009	15
76	T2 R3	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	08/11/2009	15
83	T8 R1	TESTIGO		24/10/2009	14/12/2009	51
108	T5 R2	FELINO	3 gr	24/10/2009	26/10/2009	2
87	T6 R1	CAISA	10 gr	24/10/2009	29/10/2009	5
59	T4 R3	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	08/11/2009	15
97	T7 R2	MATARATA	4 gr	24/10/2009	01/11/2009	8
84	T8 R1	TESTIGO		24/10/2009	23/11/2009	30
77	T2 R3	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	25/10/2009	1
40	T3 R1	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	19/11/2009	26
60	T4 R3	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	16/11/2009	23
78	T2 R3	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	02/11/2009	9
111	T4 R2	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	06/11/2009	13
112	T4 R2	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	03/11/2009	10
85	T8 R1	TESTIGO		24/10/2009	15/12/2009	52
98	T7 R2	MATARATA	4 gr	24/10/2009	28/10/2009	4
101	T3 R2	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	28/11/2009	35
109	T5 R2	FELINO	3 gr	24/10/2009	03/11/2009	10
113	T4 R2	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	23/11/2009	30
102	T3 R2	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	05/12/2009	42
79	T2 R3	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	05/12/2009	42
88	T6 R1	CAISA	10 gr	24/10/2009	06/12/2009	43
99	T7 R2	MATARATA	4 gr	24/10/2009	30/10/2009	6
80	T2 R3	FYSA 102	10 gr	24/10/2009	03/11/2009	10
100	T7 R2	MATARATA	4 gr	24/10/2009	02/12/2009	39
114	T4 R2	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	15/11/2009	22
115	T4 R2	FYSA 104	10 gr	24/10/2009	31/10/2009	7
110	T5 R2	FELINO	3 gr	24/10/2009	30/10/2009	6
103	T3 R2	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	02/12/2009	39
89	T6 R1	CAISA	10 gr	24/10/2009	30/10/2009	6
104	T3 R2	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	30/11/2009	37
90	T6 R1	CAISA	10 gr	24/10/2009	27/10/2009	3
105	T3 R2	FYSA 103	10 gr	24/10/2009	19/11/2009	26

Fuente de laboratorio

Cuadro 13A. Datos del porcentaje de mortandad no transformados a arcoseno. 2010.

TRATAMIENTO	REP. I	REP. II	REP. III	MEDIA
FYSA 101	80	60	80	73
FYSA102	60	80	80	73
FYSA 103	80	20	80	60
FYSA104	80	100	100	93
FELINO	100	80	60	80
CAISA	80	80	100	87
MATARATA	60	80	80	73
TESTIGO	20	20	20	20

Fuente de laboratorio.

INGENIO MAGDALENA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION AGRICOLA
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS
CROQUIS DE LA EVALUACION
 Finca Buganvila

