

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE CONTROL QUÍMICO DE ROEDORES
EN CAÑA DE AZUCAR; INGENIO CONCEPCIÓN, ESCUINTLA (2007-2010)
ESTUDIO DE CASO

MANOLO RAMÍREZ MARIN
CARNET 20909-07

ESCUINTLA, FEBRERO DE 2015
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE CONTROL QUÍMICO DE ROEDORES
EN CAÑA DE AZUCAR; INGENIO CONCEPCIÓN, ESCUINTLA (2007-2010)
ESTUDIO DE CASO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
MANOLO RAMÍREZ MARIN

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

ESCUINTLA, FEBRERO DE 2015
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. DANILO EDUARDO LEMUS FUENTES

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. DANILO ERNESTO DARDÓN ÁVILA
MGTR. LUIS AMÉRICO MÁRQUEZ HERNÁNDEZ
ING. JUAN CARLOS BARRUNDIA REYES

Guatemala, 5 de febrero de 2015

Honorable Consejo
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar
Campus Central, Guatemala

Distinguidos Miembros del Consejo

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Manolo Ramirez Marin, carné 20909-07, titulado: "Comparación de métodos de control químico de roedores en caña de azúcar; Ingenio Concepción, Escuintla (2007-2010)".

El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'D' followed by 'Lemus', written over a horizontal line.

Lic. Danilo Lemus
Colegiado No. 4098



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06253-2014**

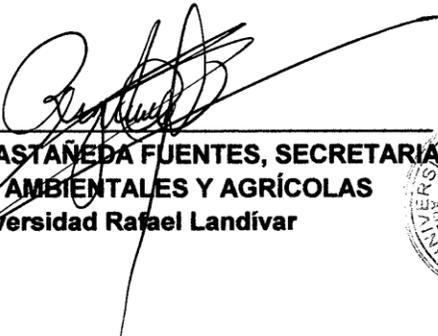
Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Estudio de Caso del estudiante MANOLO RAMÍREZ MARIN, Carnet 20909-07 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 06152-2014 de fecha 29 de noviembre de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE CONTROL QUÍMICO DE ROEDORES
EN CAÑA DE AZUCAR; INGENIO CONCEPCIÓN, ESCUINTLA (2007-2010)**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 30 días del mes de enero del año 2015.



ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que mediante su infinita gracia, me provee de sabiduría, salud y temple para enfrentar los retos de cada día.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, por haberme brindado la formación adecuada para ser un profesional de bien.

MGTR. Danilo Eduardo Lemus Fuentes, por su orientación durante la elaboración del presente estudio.

Ing. Jose Rolando Duarte que durante mi desarrollo profesional, formó y orientó mi carácter.

DEDICATORIA

A:

Dios: Que me da la vida día con día, con la finalidad de que mediante mis actos me vuelva un instrumento de su voluntad.

Mis Padres: Roberto Ramirez Saravia y Francisca Amparo Marin Marroquin, por su amor, dedicación y apoyo, ya que son el ejemplo como personas honestas y trabajadoras.

Mi Familia: Hermano, tíos, primos y sobrinos, que de diversas maneras han contribuido a mi formación.

Mis Amigos: Por siempre haberme alentado a continuar con mi desarrollo estudiantil.

.

INDICE

Página

I.	INTRODUCCION	1
II.	REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1	ASPECTOS GENERALES DE LA CAÑA DE AZÚCAR	3
2.1.1	Origen.....	3
2.1.2	Botánica de la caña de azúcar	3
2.2	Clasificación taxonómica.....	3
2.3	FENOLOGÍA.....	4
2.4	MANEJO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE ROEDORES QUE AFECTAN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR	4
2.4.1	Rata cañera <i>Sigmodon hispidus</i> , <i>Orizomys spp</i> :	4
2.4.2	Clasificación taxonómica rata cañera	5
2.4.3	Características y hábitos de <i>Sigmodon hispidus</i>	5
2.4.4	Control mecánico (capturas masivas) y muestreo	7
2.4.5	Control químico de roedores	9
III.	CONTEXTO	15
3.1	Descripción del contexto	15
IV.	JUSTIFICACION.....	17
V.	OBJETIVOS.....	18
5.1	General	18
5.2	Específicos	18
VI.	METODOLOGIA	19
6.1	Diseño de instrumentos y procedimientos:.....	19
6.2	Cronograma	19
6.3	Variables de estudio	20
6.4	Análisis de la información	21

	Página
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
7.1 EFECTOS DEL CAMBIO DEL METODO DE APLICACION EN EL PORCENTAJE DE INFESTACION:.....	22
7.2 RANGO DE EDAD PARA LA APLICACIÓN DE RODENTICIDA.....	23
7.3 CAMBIOS EN LA CANTIDAD DE RODENTICIDA APLICADO Y CONSUMO DE RODENTICIDA:	24
7.4 CAPTURA DE ROEDORES PARA AMBOS METODOS DE CONTROL:.....	25
7.5 ESTRUCTURA EN LA POBLACION DE ROEDORES:.....	27
7.6 COSTO DE APLICACIÓN DEL RODENTICIDA	30
VIII. CONCLUSIONES.....	32
IX. RECOMENDACIONES.....	33
X . BIBLIOGRAFIA	34
IX . ANEXOS	37

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Etapas fenológicas del cultivo de caña de azúcar.....	4
Figura 2. Embriones de <i>Sigmodon hispidus</i>	7
Figura 3. Trampa de Guillotina tipo victor.....	8
Figura 4. Especies de roedores de mayor importancia en la industria cañera	8
Figura 5. Porcentaje de control de <i>Sigmodon hispidus</i> con diferentes rodenticidas anticoagulantes, en Finca Limones Pantaleón.....	11
Figura 6. Esquema del pulseo cordón sencillo.....	13
Figura 7. Esquema del pulseo de cordón doble.....	13
Figura 8. Los efectos principales para el factor Porcentaje de infestación en el cultivo de caña de azúcar.....	41
Figura 9. Análisis de varianza para la el factor principal de infestación en el cultivo de caña de azúcar.....	41
Figura 10. Resumen de análisis de varianza para porcentaje de infestación con respecto al valor de p en el cultivo de caña de azúcar.....	42
Figura 11. Factores de perdida, índice de daño y umbra económico para las principales plagas de caña de azúcar	42

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Características de los rodenticidas más utilizados en la agroindustria cañera.....	10
Cuadro 2. Tabla para el cálculo de rodenticidas.....	11
Cuadro 3. Intensidad de infestación por roedores en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción	22
Cuadro 4. Porcentaje de consumo de rodenticida por roedores en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción.....	23
Cuadro 5. Kilogramos de rodenticida aplicado para el control de roedores por rango de edad, en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el periodo 2007-2010.....	24
Cuadro 6. Porcentaje de captura por mes en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el pe.....	26
Cuadro 7. Resumen del costo de aplicación de rodenticida por año y componente en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción v durante el periodo 2007-2010.....	31
Cuadro 8. Resumen de las eficiencias por componente en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción durante el periodo 2007-2010.....	31
Cuadro 9. Boleta para el muestreo de daño de roedores y ronrón previo a la cosecha.....	38
Cuadro 10. Boleta para el muestreo de roedores.....	39
Cuadro 11. Boleta para determinar la estructura de la población de roedores...	40

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE CONTROL QUÍMICO DE ROEDORES EN CAÑA DE AZÚCAR; INGENIO CONCEPCIÓN, ESCUINTLA (2007-2010)

RESUMEN

El objetivo del estudio fue documentar el cambio de las metodologías para la aplicación de rodenticidas, (convencional y pulseo), en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L, *Poacea*). El trabajo se realizó en el Ingenio Concepción, en el departamento de Escuintla, durante el periodo 2007-2010. El estudio se realizó mediante el método de sistematización de evidencia documental. Las variables de estudio fueron: Infestación por roedores, edad del cultivo, cantidad de rodenticida aplicado, consumo de rodenticida, captura de roedores, estructura de la población de roedores y costo de aplicación de rodenticidas. Entre los resultados obtenidos del cambio de la metodología de aplicación de rodenticida convencional al de pulseo, se identifica la reducción el porcentaje de daño en el cultivo de manera sostenida en los años de estudio de un 8.7% en el 2008 a un 4.4% en el 2009 y a un 2.7% en el 2010. Además permitió conocer mediante la implementación de estructura poblacional que en los meses de septiembre a noviembre las hembras predominan para aumentar su reproducción y la cantidad de embriones en cada una. Las especies de roedores que predominan son *Sigmodon hispidus* y *Oryzomys* spp, La implementación de pulseo es una metodología más cara que su predecesora al tener un valor de \$17.95 US/ha comparado con \$7.07 US/ha de la anterior, pero es una alternativa viable al reducir daño en el cultivo seis puntos porcentuales durante el periodo que se evaluó.

COMPARISON OF CHEMICAL CONTROL METHODS FOR RODENTS IN SUGAR CANE; IN LA CONCEPCION MILL, ESCUINTLA, (2007-2010)

SUMMARY

The objective of this study was to document the methodology change for rat poison application (conventional and pulse baiting) in sugar cane production (*Saccharum officinarum* L, *Poacea*). The research was carried out in Concepción mill, Escuintla, during the 2007-2010 period. The study was carried out through the documentary evidence systematization method. The studied variables were: rodent infestation, crop age, amount of rat poison applied, rat poison consumption, rodent capturing, structure of the rat population, and cost of the rat poison. Among the results obtained from changing the conventional rat poison application methodology to pulse baiting, it was identified that the damage percentage to the crop was sustainably reduced during the studied period, from 8.7% in 2008 to 4.4% in 2009 and to 2.7% in 2010. Additionally, through the implementation of the population structure it allowed identifying that, from September to November, the female rodents prevail to increase their reproduction and the amount of embryos per female. The rodent species that prevail are *Sigmodon hispidus* and *Oryzomys* spp. The implementation of the pulse baiting methodology is more expensive than the prior one, with a cost of US\$17.95/ha compared with US\$7.07/ha with the previous methodology, but it is a viable alternative since it reduced damage to the crop by six percentage points during the evaluated period.

I. INTRODUCCION

La demanda alimenticia del mercado mundial es cada vez mayor ya que entre 1969 y 1989 el crecimiento anual medio de la demanda fue del 2,4 por ciento; Debido a que la población del mundo se duplica cada 35 años y en 1990 llegó a 5,000 millones de habitantes, la tendencia de las industrias que producen alimentos desde los años 70 ha sido principalmente incrementar la productividad de los campos sin aumentar el área cultivada, formando el 78% de las tres principales fuentes del incremento de la producción de cultivos . FAO (2002).

Uno de los cultivos que ha tenido un aumento de la productividad es la caña de azúcar. Melgar; Meneses; et al. (2012).

El cultivo de caña de azúcar para el año 2009/2010 represento el 10.25% del PIB de las exportaciones totales de Guatemala, contribuyendo así a la seguridad alimentaria, por lo que para continuar con este aseguramiento existen 4 niveles de producción, asociados a factores limitantes y practicas agronómicas para la protección o incremento del rendimiento potencial, estos son alcanzados cuando el cultivo está en óptimas condiciones de aportación de insumos como agua y nutrientes en la ausencia de plagas. Melgar, Meneses, et al. (2012).

Una de las plagas de mayor importancia económica son los roedores, la perdida estimada a través de muestreos compuestos indican que por cada 1% de tallos dañados las pérdidas obtenidas son 0.57 toneladas cortas por hectárea Melgar, M; Meneses, A; et al. (2012). Si estimamos esto a un precio de 104.7 quetzales la tonelada, representa 59.72 quetzales por hectárea por cada 1% de daño; Melgar, M; Meneses, A; et al. (2012). expone que desde el año 1996 la rata se a considerado una plaga de importancia, por la magnitud de daño promedio que se encuentra en la industria cañera que es de 5%, ya que estos roedores viven dentro del cultivo y se alimentan de él, la frecuencia de ataque está íntimamente relacionada con periodos de abundancia de alimento como entradas de invierno donde la falta de control puede causar grandes pérdidas económicas si la población supera el umbral económico (2% de daño), reduciendo con esto la productividad de los campos. Estrada, Salazar, Carrillo. (1,996).

En este estudio se describe el manejo para el control de roedores que se dio, mediante el método de evidencia documental, con el objetivo de conocer cual fue la Infestación por roedores, edad del cultivo, cantidad de rodenticida aplicado, consumo de rodenticida, captura de roedores, estructura de la población de roedores y costo de aplicación de rodenticidas. Los resultados obtenidos del cambio de la metodología de aplicación de rodenticida convencional al de pulseo fueron la reducción en el porcentaje de daño en el cultivo de manera sostenida. De esta manera se determinó que la implementación de pulseo fue una alternativa viable al reducir daño en el cultivo seis puntos porcentuales en las áreas donde se implementó.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Aspectos generales de la caña de azúcar

2.1.1 Origen

Según Edgerton (1958) la caña de azúcar es nativa de las regiones subtropicales y tropicales del sudeste asiático. Alejandro Magno la llevó de la India hacia Persia, mientras los árabes la introdujeron en Siria, Palestina, Arabia y Egipto, de donde se extendió por todo el continente africano y a la Europa meridional. A finales del siglo XV Cristóbal Colón la llevó a las islas del Caribe, de allí fue llevada a toda América Tropical y Subtropical.

2.1.2 Botánica de la caña de azúcar

La caña de azúcar es una poacea de ciclo anual con alta capacidad de adaptarse a diferentes condiciones edafoclimáticas, sus tallos son macizos de 1.5 a 3 m de altura y un diámetro de 2 a 5 cm de los cuales se extrae el jugo, está constituido en su gran mayoría por agua y el resto de los sólidos totales lo constituyen azucares llamados sacarosa que al pasar por el proceso de industrialización pasan a formar lo que es el azúcar. Díaz, Portocarrero (2002)

2.2 Clasificación taxonómica de la Caña de azúcar

La clasificación taxonómica de la caña de azúcar es: (USDA 2011)

Reino:	Plantae (Plantas)
Subreino:	Tracheobionta (Plantas vasculares)
Superdivision:	Spermatophyta (Plantas de semillas)
División:	Magnoliophyta (Plantas con flores)
Clase:	Liliopsida – Monocotiledóneas(Un solo cotiledón en la semilla)
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae (Sinonimo gramíneas)
Género:	<u>Saccharum L.</u>
Especies:	<u>Saccharum officinarum L.</u> - caña de azúcar

2.3 Fenología del cultivo

La caña de azúcar tiene esencialmente cuatro fases de crecimiento: a) fase de establecimiento; la cual implica germinación y emergencia, ya sea en plantación (plantillas) o en rebrote o retoños (socas y resocas) de los cuales crecerán nuevos tallos (macollamiento), b) fase de ahijamiento, formativa o reposo fisiológico, c) fase de crecimiento rápido, y c) fase de maduración y cosecha. Allen (2006)

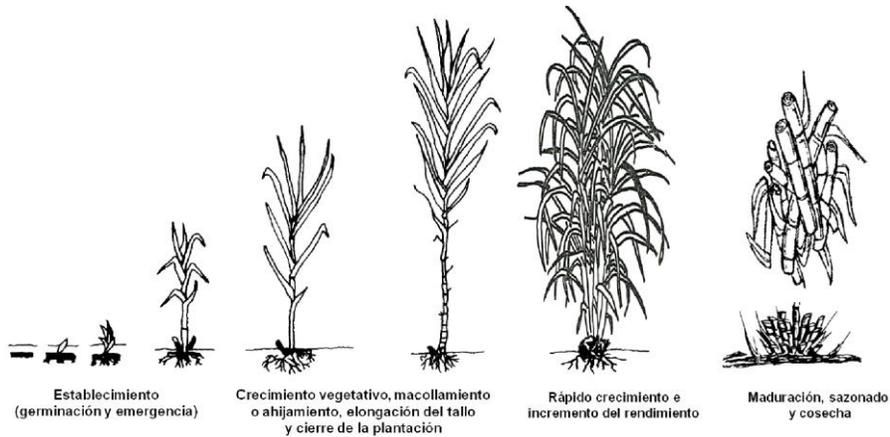


Figura.1 Etapas fenológicas del cultivo de caña de azúcar (FAO, 2006)

2.4 Manejo de las principales especies de roedores que afectan el cultivo de caña de azúcar

2.4.1 Rata cañera *Sigmodon hispidus*, *Orizomys spp*:

López (1999), Indica que los roedores de la caña son favorecidos por el medio ambiente que se forma en cañales cerrados, principalmente postrados, ya que encuentran condiciones ideales para su reproducción, alimentación y refugio. En época de lluvia las poblaciones se encuentran más distribuidas debido a que la comida es más abundante y variada, mientras en periodos sin lluvia, el alimento es menor y hay menos variedad, como resultado de esto se dan las migraciones hacia los cañales.

Cengicaña (1999), indica que la rata se inició como plaga desde 1996 y se ha considerado dentro de las tres plagas de mayor importancia, por la magnitud de su

daño, su distribución y la frecuencia de su ataque en la industria azucarera; La especie más abundante en un 99.3 % en la zona cañera es *Sigmodon hispidus* . Álvarez (1999)

2.4.2 Clasificación taxonómica rata cañera

Cameron y Spencer (1991); Espinosa y Rowe (1979), dan la siguiente clasificación:

Orden	Rodentia
Suborden	Myomorpha
Familia	Muride
Subfamilia	Sigmodontinae
Género	<i>Sigmodon</i>
Especie	<u><i>Sigmodon hispidus</i></u>

2.4.3 Características y hábitos de *Sigmodon hispidus*

Según estudios 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. Márquez. (2008)

En condiciones naturales la población es mayor debido a su 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 cinco hasta 12 crías. Márquez. (2008).

Salguero (1999) y Flores (1994), indican que normalmente son vegetarianas, pueden presentar tendencias a ser carnívoras y que no sobrevive a una dieta exclusiva de caña

por lo que cañales enmalezados le proveen una alternativa abundante de alimento y una dieta balanceada. Esto explica porque el mayor daño en caña de azúcar ocurre en las orillas de los cañales, si no encuentran condiciones adecuadas al centro de los mismos. La conservación de la chorra de basura después de la cosecha contribuye a proteger la población de roedores, porque es donde encuentran refugio para hacer sus nidos o madrigueras, por lo que se recomienda eliminar dichos hospederos.

2.4.3.1 Las condiciones ambientales con relación a la abundancia de alimento y dinámica de la población

Subiros (1995) menciona que las condiciones ambientales de temperatura, radiación solar, humedad y viento tuvieron una influencia directa o indirecta en la reproducción, desarrollo y dispersión de plagas. Una humedad relativa elevada puede favorecer la germinación de plantas que le proveen alimento de calidad a las plagas, el periodo previo al inicio del invierno es muy importante ya que por los días más largos y la abundancia de alimento por las primeras lluvias tienden a elevar la disponibilidad de alimento para los roedores.

Algunos fenómenos climáticos atípicos como lluvias en exceso como las que se reportan en la zafra 2010-2011 pueden asociarse con disminuciones en las poblaciones de roedores, pero esto no es comprobable ya que la presencia de *Sigmodon hispidus* continúa en los diversos campos, debido principalmente a su alta capacidad reproductiva y mecanismos de sobrevivencia natural. Márquez. (2008).

2.4.3.2 Determinación de características biológicas de la población mediante estructura poblacional

Se denomina estructura de la población a la clasificación de los componentes de una determinada población atendiendo a diferentes variables que se requieran conocer como: sexo, edad, condición reproductiva, contenido estomacal, todo esto con la finalidad de tomar decisiones más acertadas. Monge. (2008)

Las capturas se disectan para poder conocer como están distribuidas en cuanto al Especie: Determinar la especie en base a las características visuales en el ejemplar

- a) Sexo: Identificar el sexo en base a la presencia de pene y testículos (macho) o vagina (hembra).
- b) Edad: Determinar de acuerdo al tamaño del ejemplar si éste es un juvenil o adulto.
- c) Características reproductivas: Haciendo uso de un bisturí o tijera hacer un corte longitudinal en el vientre del ejemplar y observar la posición de los testículos para el caso de los machos (indicar si se encuentran en el saco escrotal o en el abdomen) y el estado de gestación en las hembras (indicar si está o no gestante y en el primer caso contar el número de embriones presentes).



Figura 2. Embriones de (*Sigmodon hispidus*)

Contenido estomacal: Hacer un corte en el estómago para observar el contenido de éste, Indicar la presencia de caña, semillas y parásitos

2.4.4 Control mecánico (capturas masivas) y muestreo

Consiste en distribuir trampas tipo guillotina a cada 10 m en el contorno de los lotes y áreas improductivas, para eliminar los roedores mediante el uso de tortillas como cebos, utilizando entre 10-15 trampas por hectárea, por 3 días consecutivos, con el propósito de hacer capturas masivas y muestreos que reduzcan e indiquen la población actual. CENGICAÑA (2002),

La metodología establecida para el control mecánico con capturas masivas es la siguiente:

- a) Determinar el área a controlar para definir el número de trampas en base a una relación de 15 trampas por hectárea (cuando se haga con fines de muestreo utilizar 7 trampas por hectárea)
- b) Preparar y colocar el cebo (tortilla) a emplear en la trampa de guillotina (ver figura 5).



Figura 3. Trampa de guillotina tipo victor

Distribuir las trampas activadas dentro del cultivo en todo el contorno del lote a 10-15 metros de la ronda.

Recolectar las trampas un día después de colocadas.

Realizar la identificación y cuantificación de los roedores capturados en cuanto a sexo (hembra o macho) y especie. Contabilizar también los individuos escapados que hayan dejado evidencia de haber pasado por la trampa.

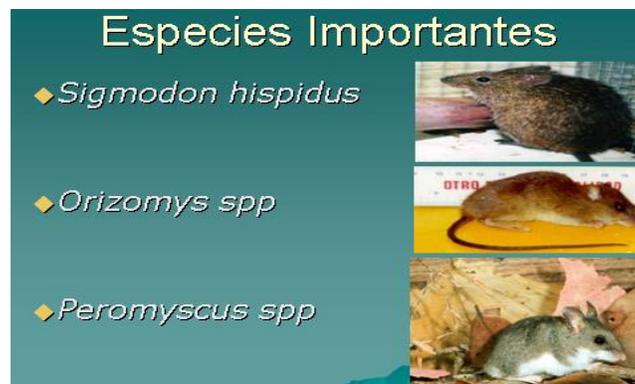


Figura 4. Especies de roedores de mayor importancia en la industria cañera

- c) Repetir el procedimiento durante dos días más

Las trampas utilizadas deben lavarse con agua y detergente antes de cada control. La persona que las manipula debe utilizar guantes, posterior a esto se calcula el porcentaje de captura con la siguiente formula:

$$\% \text{ captura} = \frac{\text{Total de roedores capturados}}{\text{Número de trampas colocadas}} \times 100$$

2.4.5 Control químico de roedores

Consiste en ofrecer al roedor un alimento sustituto elaborado con ingredientes que le sean agradables y le ocasionen la muerte (autor). El rodenticida ideal es aquel cuyo efecto es tóxico sólo en roedores, desafortunadamente hasta el momento, no se ha logrado, por lo que hay que tomar medidas de preventivas durante su uso, manipulación y almacenamiento. Según Castro y Colazo. (1997)

Al realizar una desratización es necesario asegurar que sea exitosa mediante realizar una inspección previa al lugar de trabajo que nos indique cuáles son los lugares más frecuentados por los roedores, las rutas que siguen, ubicación de madrigueras, etc. para colocarles los cebos y las posibilidades de éxito serán mayores si se les retira la fuente habitual de alimentación, ya que eso los obligará, por hambre, a ingerir la mezcla preparada. Castro y Colazo. (1997)

2.4.5.1 Rodenticidas de acción rápida.

Castro y Colazo. (1997) Los nombran también de una sola dosis, químicos agudos, o convencionales. Estos preparados actúan rápida y drásticamente, desarrollando en ratas y ratones un temor inmediato o recelo contra el veneno, que puede durar mucho tiempo y transmitirse hasta la siguiente generación. Otros consideran que transcurridos seis meses, pueden ser utilizados nuevamente en el mismo lugar. Son rodenticidas de acción rápida: fosforo de zinc; sulfato de talio, fluoroacetato de sodio, escila roja, carbonato de bario, sulfato de estriquina, Alfa -naftil- tiourea, tiosemicarbazida y gases tóxicos.

2.4.5.2 Rodenticidas de acción lenta o anticoagulantes.

Castro y Colazo (1997) mencionan que son productos inhibidores de la coagulación de la sangre que provocan la muerte entre 10 y 15 días, sin "despertar" el sistema de advertencia altamente desarrollado por los roedores, lo que permite que éstos no se puedan defender contra la acción eficaz de esas sustancias al no percibir sus manifestaciones de intoxicación.

Esta característica permite la utilización de estos productos cada vez que sean necesarios, alcanzando alta efectividad y menor riesgo en su aplicación ya que poseen un antídoto específico, que es la vitamina K, Las sustancias anticoagulantes se clasifican en: Anticoagulantes de primera generación, su mejor exponente la Warfarina, cuyo principio activo es el dicumarol. Es un anticoagulante de dosis múltiple, lento y costoso. Anticoagulantes de segunda generación, entre ellos la bromadiolona, difenacouma y la brodifacoum. Todos son productos de dosis única, requiere de aplicaciones y son peligrosos para otras especies útiles. Castro y Colazo (1997)

A continuación se presentan algunas de las características más importantes de los rodenticidas que se utilizan en la agroindustria cañera, así como también los porcentajes de control de *Sigmodon hispidus*, con base a esto se utiliza Flucomafen como principal rodenticidas para el control de roedores por su porcentaje de control aceptable así como su nobleza con el ambiente. Ver cuadro 1. López. (2000)

Cuadro 1. Características de los rodenticidas más utilizados en la agroindustria cañera

Ingrediente activo	Nombre comercial	Concentracion %	DL 50 (mg/kg)	Gramos de producto para matar una rata de 150 gr.
Bromadiolona	Ramortal	0.005	1.12	3.36
Brodifacum	Klerat	0.005	0.26	0.78
Flucoumafen	Storm	0.005	0.26	0.78
Difethialone	Rodilon	0.0025	0.56	3.36
Cumatetralilo	Racumin	0.035	16.5	7.09

Fuente: López. (2000)

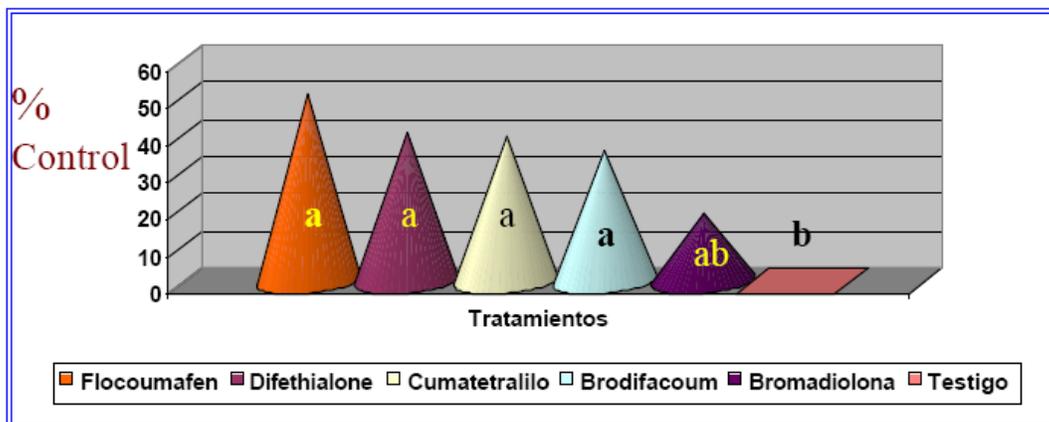


Figura5 . Porcentaje de control de Sigmodon hispidus con diferentes rodenticidas aticoagulantes, en Finca Limones Pantaleon. López. (2000)

2.4.5.3 Metodología de aplicación de rodenticidas tradicional

Consiste en ubicar los puntos de cebado a cierta distancia dentro de los surcos del cultivo, para aumentar la probabilidad de hacerlos disponible al mayor número de roedores. La distancia y frecuencia de los surcos depende de la cantidad de cebo a distribuir CENGICAÑA (2002), según el porcentaje de captura obtenido a través de muestreos, se define una dosis recomendada en relación a la siguiente tabla:

Cuadro 2. Dosis de rodenticidas con respecto al porcentaje de captura

% de Captura	Kg Producto Comercial
5 a 10	0.50
11 a 15	0.75
16 a 20	1.00
21 a 25	1.25
26 a 30	1.50
31 a 35	1.75
>36	2.00

(Pantaleón ,2007)

Luego se calcula la distribución del rodenticida cuando el cultivo se encuentre en etapa de macollamiento o elongación de la siguiente manera:

$$\text{Área cubierta por cebo} = (1000 \text{ m}^2 / \text{hectárea}) / (\text{Dosis recomendada} * \# \text{ de cebos} / \text{kg})$$

Con el área cubierta por cebo se debe calcular la distancia a la que deben ir colocados los cebos se saca la raíz cuadrada al área cubierta por cebo para realizar una aplicación al cuadro, si en dado caso la distancia de los cebos no coincida con el número de surcos se puede recalcular el dato dividir la distancia entre cebos dentro del distanciamiento de siembra, al hacer esto se vuelve a calcular la distancia entre cebos para compensar la que se ajusto entre surcos con la siguiente fórmula: Pantaleón (2007).

Distanciamiento entre cebos = Área cubierta por cebo / # de surcos * distanciamiento de siembra.

2.4.5.4 Metodología de aplicación de rodenticidas pulseo

La metodología consiste en la colocación de 50 g de rodenticida en recipientes distribuidos en el contorno del lote con distanciamientos de 20-25 m. Se realizan tres cebados consecutivos, revisando cada 7 días de preferencia el consumo reponiendo nuevamente el cebo para mantener constante los 50 g., Se distribuye el personal conforme un programa de aplicación de rodenticidas y se realizan los siguientes pasos CENGICAÑA (2002

- a) Establecer puntos de cebado y utilizar recipientes plásticos limpios y debidamente rotulados. Cada recipiente presentan una abertura de 5 centímetros de diámetro en uno de los extremos y en el fondo pequeños orificios de drenaje.
- b) El establecimiento de los puntos de cebado siempre se debe hacer con guantes. colocando 50 g de rodenticida, en el extremo cerrado procurar dejar libre los orificios de drenaje
- c) La distancia entre estaciones y desde la ronda hacia adentro del cultivo será el tipo de pulseo. Para el cordón sencillo los recipientes se colocan cada 20 metros

y a cinco metros de la ronda. Para el cordón doble recipientes se ponen cada 10 metros y la distancia desde la ronda se alterna entre cinco y veinte metros.

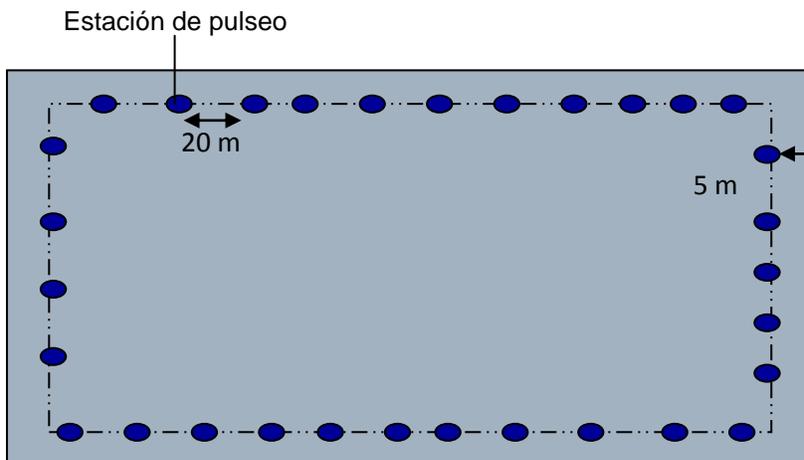


Figura 6. Esquema del pulseo de cordón sencillo

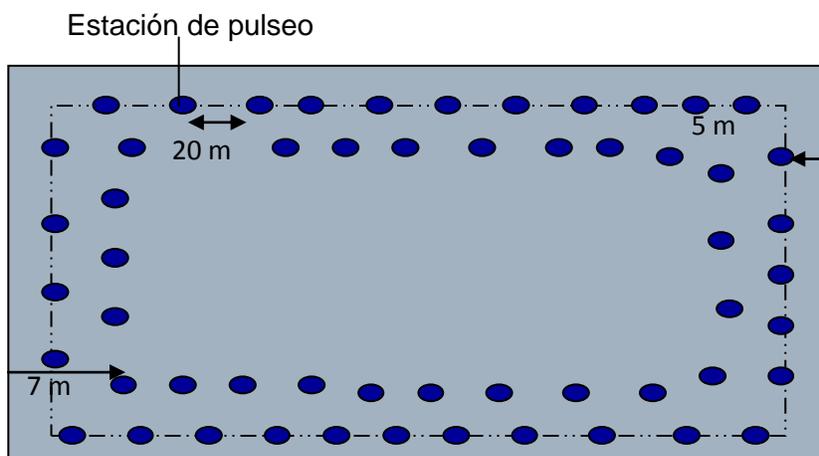


Figura 7. Esquema del pulseo de cordón doble

- d) Los puntos de cebados deben de cubrir el perímetro de la parcela a tratar.
- e) Ubicar las primeras estaciones y colocar el recipiente con el rodenticidas dentro de la macolla asegurándolo de manera que no sea fácilmente removido.
- f) Repetir la operación en todos los puntos correspondiente.

Se debe dar seguimiento a la lectura de consumo semanal en los lotes con pulseo establecidos y coordinar la reposición del producto consumido de la siguiente manera.

- g) Revisar los recipientes colocados dentro del cultivo y determinar el consumo

- h) Reponer la cantidad del producto que se haya consumido o perdido, igualar la dosis de 50g por punto.
- i) Colocar el recipiente en su estación original.
- j) Repetir el proceso de lectura y reposición cada semana hasta la tercera lectura.
- k) Al finalizar del pulseo, levantan todos los recipientes para ser lavados y re etiquetados para siguiente uso en otro sitio.

a) Dosis/hectárea Se calcula con la tabulación de los datos y utilizar las siguientes formulas.

$$\text{Dosis/Ha} = \frac{\text{Kg colocados}}{\text{Area aplicada}}$$

b) Porcentaje

$$\% \text{ consumo} = \frac{\text{Kg Consumido}}{\text{Kg Colocados}}$$

2.4.5.5 Comparación de ambos métodos

En las primeras etapas fenológicas de desarrollo del cultivo la aplicación tradicional es más eficiente por la distribución uniforme del rodenticida, pero cuando esto no es posible deberá implementarse el método de pulseo en cadena doble o sencilla, debido a que el rodenticida queda con una mejor distribución y hay un mejor control de las dosis aplicadas y consumidas. CENGICAÑA (2002),

III. CONTEXTO

3.1 Descripción del contexto

El cultivo de la caña de azúcar se encuentra establecido en toda la costa sur de Guatemala, con fines de maquilarse en azúcar sus derivados y energía, constituyendo de esta manera una fuente de trabajo para la población, generando 62,000 empleos directos y unos 288,000 indirectos, la caña tiene la ventaja de que sus requerimientos agroclimáticos le permiten adaptarse a diversas condiciones climáticas y edáficas, por esta razón ocupa 120,000 hectáreas de tierra cultivable. Melgar, Meneses, et al. (2012)

El Ingenio Concepción se encuentra localizado en la costa sur de Guatemala, en el departamento de Escuintla, a 14°19'34" latitud norte y 90°47'16" latitud oeste, a 450 msnm, a 60 kilómetros de la ciudad de Guatemala carretera al pacífico, con un área de 12500 hectáreas cultivables. CENGICAÑA, (1996).

Es importante identificar que uno de los elementos estratégicos del Ingenio Concepción, lo constituyen los bajos costos de producción. Sin embargo estos se ven afectados por insectos plaga y roedores que por reducirse su ecosistema al cultivar la caña de azúcar de manera intensiva se han adaptado a vivir y alimentarse de los cañaverales, disminuyendo la productividad para el Ingenio y generando pérdidas de 65 kg de azúcar por hectárea por cada 1% de intensidad de infestación. Estrada, Salazar, Carrillo. (1,996).

El control químico de roedores convencional consistía aplicaciones al voleo de rodenticidas con base a muestreos de captura de roedores dando énfasis a las áreas con mayor historial de daño en los cañaverales. Lopez. (2000).

La implementación de la metodología de pulseo soluciona muchos factores limitativos de su predecesora, a través de un uso controlado del rodenticida, mediante la frecuencia de cebado de los cañaverales, un porcentaje de consumo del rodenticida

ofertado a los roedores, una mayor eficiencia del personal al momento de la colocación del producto, así como la toma de decisiones en base a como está conformada la estructura de la población de los roedores y por último, alargar el uso del rodenticida dentro de la temporada de invierno al estar protegido mediante recipientes plásticos.

El presente estudio de caso documenta, el cambio de las metodologías para la aplicación de rodenticidas, (convencional y pulseo). Se describiendo las ventajas y desventajas de cada una, de acuerdo a la ejecución que se hizo en el ingenio Concepción de Escuintla durante el periodo 2007-2010.

IV. JUSTIFICACION

En toda la agroindustria cañera se ha dado importancia al control de roedores ya que Guatemala produce alrededor de 1.7 millones de toneladas métricas de azúcar valor crudo, y se ubica en el sexto lugar de países latinoamericanos productores después de Brasil, México, Cuba, Colombia y Argentina; dicho volumen de producción se obtiene con el procesamiento de alrededor de 15.5 millones de toneladas métricas de caña de azúcar producidas en un área total de 180,000 hectáreas de cultivo. Debido a la importancia de la producción los aspectos de control están enfocados en la reducción de las toneladas de caña por hectárea y el contenido de azúcar por tonelada de caña. Esquit. (2004).

Debido a esto se han realizado diversos estudios que buscan mejoras para las estrategias de control, mediante la implementación de varias prácticas como lo son el control del hábitat, la reproducción y conservación de lechuzas (*Tito alba*), colocación de perchas y en relación a rodenticidas, cuáles son los preferidos por los roedores, así como también su dosis y momento oportuno de aplicación. Márquez. (2008).

A nivel de Guatemala no existe información relacionada con los resultados de diferentes métodos de aplicación lo cual es parte fundamental de la estrategia de control, debido a la distribución, momento, cantidad y frecuencia de exposición del cebo al roedor.

Con el presente estudio de caso se documentaron las experiencias obtenidas durante el periodo en el cual se reemplazó la metodología de aplicación convencional por la metodología del pulseo, y con esto dar a conocer la experiencia de la implementación de las mismas.

V. OBJETIVOS

5.1 General

Contribuir a el control de roedores en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la agroindustria del país.

5.2 Específicos

- Comparar los porcentajes de daño en los tallos de caña de azúcar con el uso de los métodos de pulseo y convencional de aplicación de rodenticidas.
- Determinar la etapa fenológica del cultivo de caña de azúcar más adecuada para la aplicación de rodenticidas con los método de pulseo y convencional.
- Describir las características de los métodos de pulseo y el convencional, para el control químico de roedores, en el Ingenio Concepción, Escuintla.
- Elaborar y comparar los costos de aplicación por hectárea del método de pulseo y el método convencional.

VI. METODOLOGIA

6.1 Diseño de instrumentos y procedimientos:

Se utilizó el método de evidencia documental. Durante el período de estudio (2007-2010), en el tema de control químico para roedores, del Ingenio Concepción, se utilizó una serie de boletas para recabar información relacionada con: cantidad de cebo aplicado y consumido, porcentaje de daño en la caña, estructura de la población de roedores capturados, porcentaje de captura, número y frecuencia de las aplicaciones de rodenticidas y otros.

Se establecieron 4 rangos de edad con una amplitud de 60 días cada uno, con el fin de identificar en cuales se obtienen los mejores valores relacionados al consumo de los rodenticidas.

Toda la información fue posteriormente ordenada y tabulada en una base electrónica de datos técnicos de campo, que sirvió principalmente como fuente de consulta para el presente estudio de caso. Para establecer el costo de los métodos de control se consideró además, la base de datos del Ingenio Concepción que contiene información de tipo administrativo (planillas, bodegas y materiales), para el período de estudio incluido en el mismo.

6.2 Cronograma

La recolección de datos así como el análisis de la implementación del control se realizó de la siguiente manera

Actividades	Meses						
	Año 2011	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio
Diseño de instrumentos y Procedimientos		X					
Revisión de información del Ingenio		X	X	X			
Entrevistas con personal relacionado			X				
Observación Directa en el campo				X	X		
Clasificación de Datos					X		
Análisis de la información					X	X	
Análisis de Datos						X	
Informe Final						X	X

(Pantaleón ,2007).

6.3 Variables de estudio

- **Infestación por roedores (%).** Se estudió de dos formas. Se estableció el porcentaje de intensidad de la infestación. La información primaria de ambas se obtuvo a través de muestreos directos en el campo. El porcentaje de infestación se estimó con base en el número de cañas dañadas del total de la muestra y la intensidad, con base en el número de entrenudos con presencia de daño.

$$ii= \frac{\text{Cañas dañadas}}{\text{Cañas sin daño}} \times 100$$

- **Edad del cultivo (días).** Se establecieron rangos de edad del cultivo en los cuales se hicieron las aplicaciones de rodenticidas para los dos métodos de control químico y donde éstas fueron más eficientes expresándose en días.
- **Cantidad de rodenticida aplicado (kg).** Para los dos métodos se analizaron las cantidades (kg) de rodenticida que se aplicaron durante el período de estudio. También se analizaron y compararon el número y frecuencia de las aplicaciones realizadas en cada uno de los métodos estudiados.
- **Consumo de rodenticida (kg).** Para esa variable se estimó el porcentaje de consumo y la cantidad inicial de rodenticida aplicado en ambos métodos.
- **Captura de roedores (%).** Se estableció el porcentaje de captura para cada uno de los métodos objeto de estudio, durante el período de tiempo considerado en el estudio.
- **Estructura de la población de roedores.** Según su estado y sexo se tabuló la información del total de roedores capturados, sexo (macho –hembra), edad (juvenil – adulto), especie (*Sigmodon* – *Oryzomys*) y contenido estomacal.

- **Costo de aplicación de rodenticidas:** con base a la información existente en las bases de datos técnica y administrativa, se obtuvieron los costos de aplicación en cada uno de los métodos estudiados.

6.4 Análisis de la información

A las variables de estudio se les hizo el análisis estadístico consistente en: rangos, porcentajes, promedios, frecuencias, desviaciones. También se hizo el análisis descriptivo para los métodos estudiados. Por otra parte, se hicieron comparaciones gráficas para la interpretación de los resultados.

Para la parte económica, se compararon los costos de la aplicación de cada uno de los métodos en estudio mediante cuadros.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Efectos del cambio del método de aplicación en el porcentaje de infestación:

Los datos recabados de daños por año desde el 2007 hasta el 2010 vemos que la tendencia del daño ha sido a la baja. El cuadro 4 demuestra que los meses en los cuales se incrementa el daño en el cultivo son a partir de enero, febrero, marzo y abril.

Cuadro 3. Intensidad de infestación por roedores en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el periodo 2007-2010.

Mes	Periodo		
	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Octubre	6.0%	4.1%	2.1%
Noviembre	7.8%	2.3%	2.4%
Diciembre	8.3%	3.1%	2.8%
Enero	9.7%	5.0%	2.2%
Febrero	5.9%	4.7%	3.3%
Marzo	14.2%	6.3%	3.2%
Abril	9.1%	5.2%	3.0%
Promedio	8.7%	4.4%	2.7%

(Pantaleón ,2007).

Al comparar el promedio de intensidad de infestación por año podemos destacar que del año 2007 al 2008 se tuvo una reducción del 4.30% de intensidad de infestación y para el siguiente año una del 1.70%, en general esta reducción se le atribuye al cambio de la metodología para la aplicación de rodenticidas ya que los efectos climáticos no está enteramente comprobado que influyan en la dinámica poblacional de la especie debido a que no se tienen datos del tamaño de las poblaciones, esta misma tendencia a la baja se ha registrado en las Fincas del Ingenio Pantaleón donde se está empleando esta misma metodología en el mismo espacio de tiempo.

7.2 Rango de edad para la aplicación de roenticida

Se pudo determinar mediante los rangos de edad que para el primer método, que es la aplicación convencional al voleo, no se medía la variable “porcentaje de consumo” por lo que se asumía que la aplicación había sido efectiva si en los campos de cultivo se podía sentir un olor fétido derivado de la muerte y descomposición de los roedores o en su defecto si no existía una presencia visual del roedor o el daño en el cultivo provocado por el roedor , por ende estas variables son subjetivas y dejan abierta la ventana a que cada persona juzgue según su percepción si la aplicación fue efectiva.

Por lo contrario en el método de pulseo, se conocen las cantidades de producto aplicado, pudiendo calcular cual fue el consumo que hubo en determinado espacio de tiempo y área aplicada por lo que en este método se utilizó el porcentaje de consumo para medir el efecto del método.

Según las lecturas que se obtuvieron a través del periodo de observación los valores más altos de consumo fue entre los 0-60 días después del corte (ver cuadro 4), y conforme el cultivo crece el porcentaje de consumo baja, pero aun continua siendo aceptable, ya que se puede atribuir parte de la baja del consumo, que a medida que el desarrollo del cultivo es mayor la temporada del invierno se establece, ofreciendo mucha más variedad de alimentos al roedor que buscara aprovechar esta abundancia variando sus habito alimenticios , regulando con esto su hambre y necesidad nutricionales

Cuadro 4. Porcentaje de consumo de roenticida de roedores en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el periodo 2007-2010.

Rango de edad del cultivo Días después del corte	Porcentaje de consumo de roenticida por año		
	2007	2008	2009
0-60	0%	94%	64%
60-120	0%	98%	69%
120-180	0%	92%	55%
180-240	0%	55%	53%
>240	0%	79%	74%
Grand Total	0%	84%	64%

(Pantaleón ,2007).

7.3 Cambios en la cantidad de roenticida aplicado y consumo de roenticida:

Como se observa en el cuadro 5. Se aplicó roenticida en cualquiera de los rangos de estudio y las cantidades varían de un año a otro, principalmente los volúmenes más altos son aplicados en los primeros tres rangos y otra cantidad importante a partir de los 240 ddc, esto es producto de que el porcentaje de consumo en los primeros rangos es de los más altos estando en valores de 94, 98 y 92 para el año 2008 y de 64 69 y 55 en el 2009, pero el cuadro 6 nos indica además que el consumo es aceptable cuando el cultivo supera los 240 ddc, lo que es de gran utilidad ya que a esta edad el cañaveral ya se encuentra más alto lo que complica la utilización de otras técnicas de control como lo es la colocación de trampas de guillotina, por lo que se hace difícil la utilización de alguna estrategia, que debido a la posibilidad de ampliar la exposición del roedor a el cebo se mantiene un buen porcentaje de consumo a pesar de las condiciones antes mencionadas.

Cuadro 5. Kilogramos de roenticida aplicado, para el control de roedores por rango de edad, en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el periodo 2007-2010.

Rango de edad del cultivo días después del corte	Kg. Aplicados de roenticida por año		
	2,007	2,008	2,009
0-60	1,731	942	3,001
60-120	3,395	915	7,505
120-180	746	1,200	2,726
180-240	792	401	668
>240	2,400	1,930	35
Total	9,065	5,387	13,935

(Pantaleón ,2007).

Como se aprecia en el año 2007 no se tienen datos del porcentaje de consumo de rodenticida siendo este una de las mayores deficiencias del anterior método, ya que únicamente se podía conocer la cantidad de producto que se aplicó, y no que tan efectivo pudo haber sido, ya que este se pudo haber deteriorado por diferentes factores como lo puede ser, la lluvia, que sea consumido por insectos como la hormiga (*atta sp*), por esta razón como antes se menciona la eficiencia del control se llega a determinar por percepción personal de diferentes factores como lo son, si visualmente no hay presencia del roedor y/o daño , si existe olor fétido causado por la muerte del mismo, únicamente se podía contabilizar con un muestreo de captura con trampas tipo sherman, luego de realizar una aplicación pero este dato no es confiable ya que como no se midió la población previo a la aplicación , esta medida puede estar afectada por migración de otros roedores a el área que se está trabajando. Lopez. (2000).

La cantidad de rodenticida aplicado es fundamental para poder determinar cuál es el consumo del cebo ofertado hacia el mamífero, así como también la frecuencia a la que este es expuesto y cumplir con el nombre de la metodología llamada “Pulseo” que como lo indica actúa exponiendo al roedor a pequeñas cantidades del producto con el fin de no alertar la neofobia (miedo a cosas nuevas en su entorno) y por lo tanto garantizar que ese sea ingerido y no desperdiciado al aplicarlo sin moderación en grandes cantidades como usualmente se hace, ya que esto puede provocar un desbalance biológico. Pantaleón (2007).

7.4 Captura de roedores para ambos métodos de control:

En el cuadro 6. se puede observar cómo se comporta el porcentaje de captura a través del tiempo , existiendo una reducción notable del promedio de captura anual del 15 a 5% en las áreas donde se colocaron las trampas, los meses a los que les corresponden menores datos de captura o valores de 0, son resultado de altas precipitaciones lo que causa que la captura no sea efectiva, debido a que la lluvia interfiere en la colocación de las trampas así como también en el deterioro de la carnada que se coloca como atrayente del roedor, los meses con mayor valor de captura son los de la entrada del

verano que corresponde a la abundancia vegetativa y mejores condiciones para el roedor por lo que las poblaciones se incrementan por condición natural con el objetivo de aprovechar la mayor cantidad de este tiempo e incrementar así su población para poder garantizar la colonización del lugar. Márquez. (2008).

En el año 2009 se observó que las capturas no tienen tanta variación y su comportamiento es más regular debido a que la población se encuentra más uniforme, lo que es una respuesta directa a la continua oferta de rodenticida, evitando que se obtengan repuntes significativos de las poblaciones producto de una explosión reproductiva.

Cuadro 6. Porcentaje de captura por mes en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el periodo 2007-2010.

Mes de captura	Año		
	2007	2008	2009
Noviembre	17%	21%	4%
Diciembre	20%	20%	8%
Enero	24%	8%	7%
Febrero	29%	8%	8%
Marzo	18%	4%	6%
Abril	12%	13%	6%
Mayo	0%	12%	5%
Junio	0%	13%	4%
Julio	20%	9%	3%
Agosto	11%	0%	4%
Septiembre	14%	0%	3%
Octubre	15%	0%	6%
Promedio	15%	9%	5%

(Pantaleón ,2007).

Como complemento de ambas estrategias de control, se utilizó el control mecánico con trampas Sherman y trampas de guillotina, por lo que estos datos recopilados a través del tiempo nos sirvieron como complemento de la estrategia de control.

7.5 Estructura en la población de roedores:

Para poder tomar decisiones acertadas para el control de roedores, medir con transectos como está estructurada la población de los roedores en determinado punto o área de influencia resulto el complemento ideal para elaborar los planes y estrategias de control, ya que al utilizar los datos sobre el comportamiento biológico de la especie se obtuvo una gran cantidad de información que oriento a cual medida de control se debió utilizar. Una relación que se obtuvo con estos datos es cuantas hembras hay por cada macho.

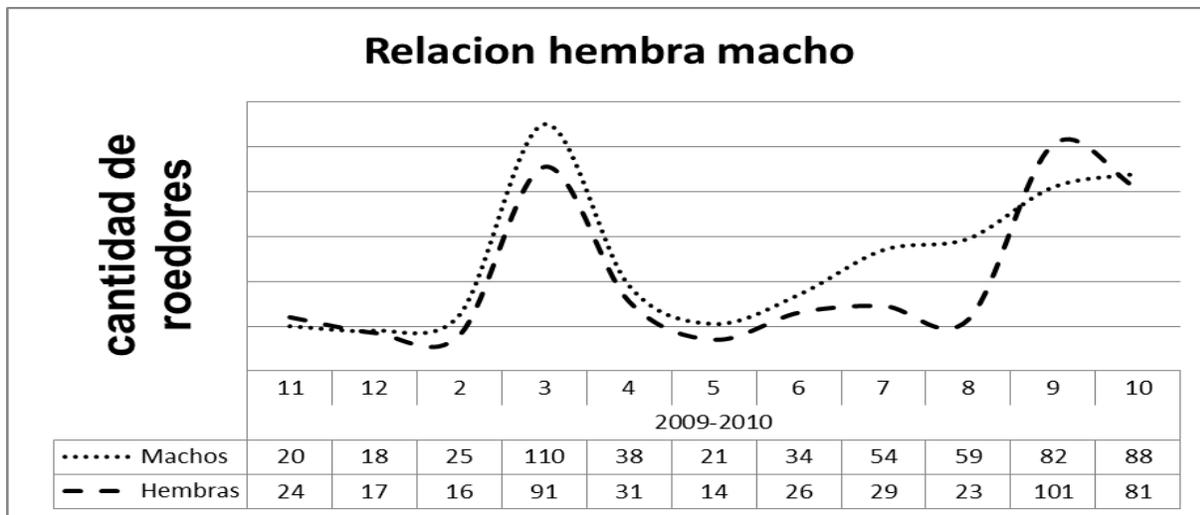


Figura 8. Relación hembra macho en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el periodo 2009-2010

La relación hembra macho nos sirvió como un indicador de en qué momento predomina algún género, preparándose para una explosión reproductiva, en este caso los meses del año en el cual las poblaciones de hembras superaron a los machos fue en septiembre, octubre y noviembre que obedeció a la salida del invierno con la finalidad de aumentar su poder reproductivo y colonizar los campos de cultivo por lo que al observar este comportamiento se intensificó el control en esos meses.

Otro dato que ayudo a identificar el comportamiento fue la cantidad de embriones por cada hembra capturada.

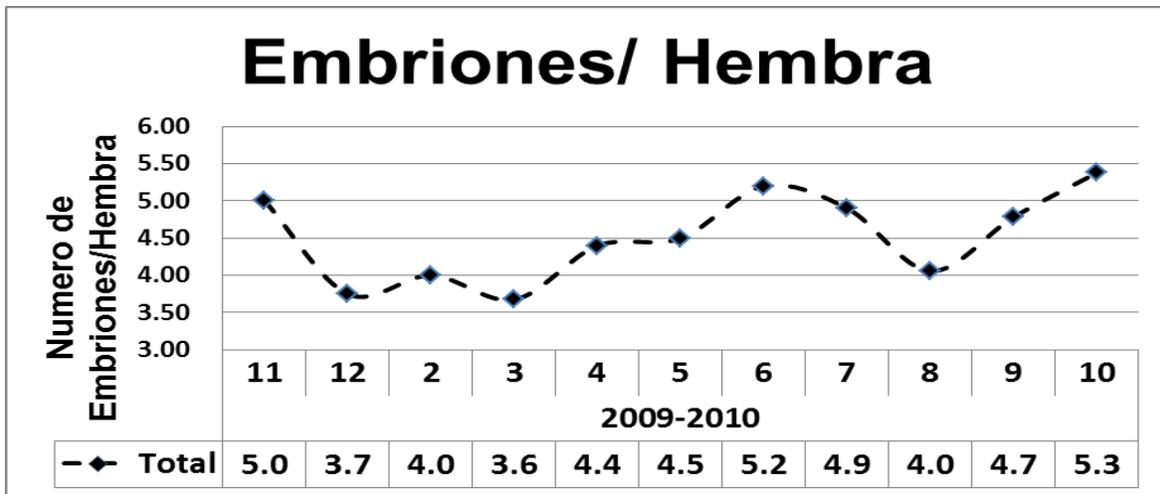


Figura 9. Número de embriones por hembra en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el periodo 2009-2010

Los mayores datos de embriones por hembra también se encontraron en los meses septiembre, octubre y noviembre respectivamente, esto fue el indicador de que la población iba a aumentar en el verano, ya que será menos abundante en cuanto a alimentos, también se apreció que la mayor cantidad de machos escrotados listos para reproducirse están presentes en agosto septiembre y octubre.

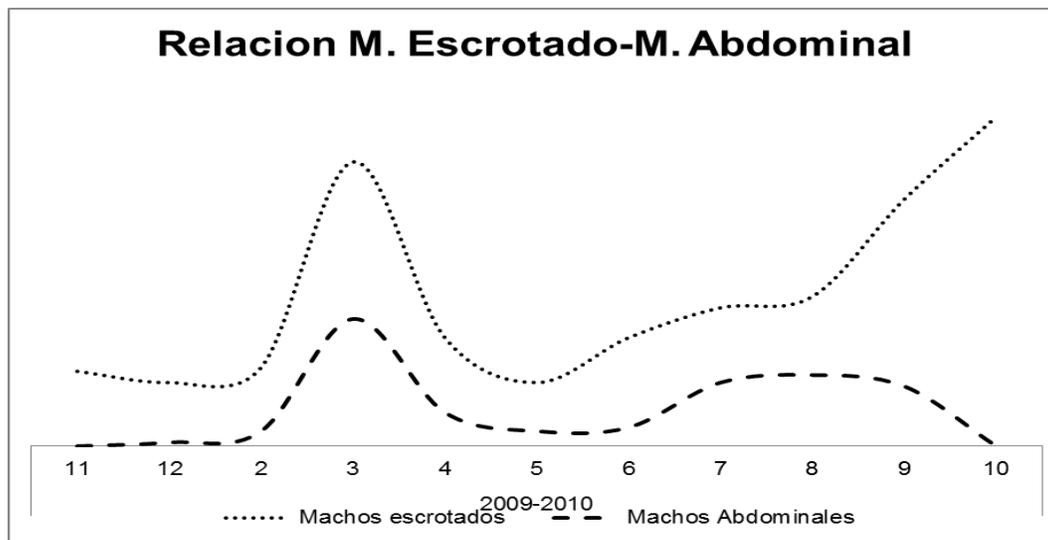


Figura 10. Número de embriones por hembra en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el periodo 2009-2010

El comportamiento de la especie está influenciado por el invierno, la mayor cantidad de roedores jóvenes está en los meses del invierno (ver grafica 11).

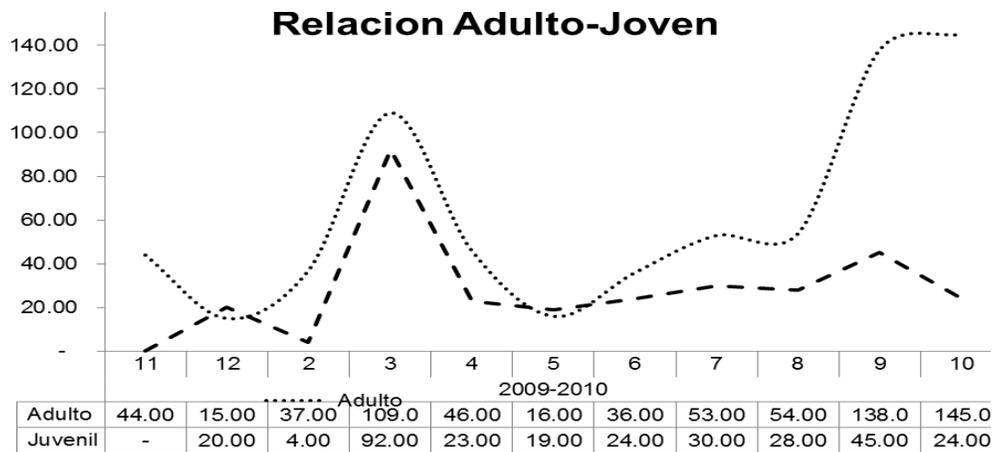


Figura 11. Numero de roedores por edad en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el periodo 2009-2010

En la temporada de verano los alimentos fueron más escasos, por lo que el consumo de caña aumento en los meses de febrero, marzo y abril, y en los meses donde el invierno se estableció y hubo mayor abundancia de malezas los roedores consumieron semillas, importante destacar que se encontraron parásitos de marzo a septiembre, lo que coincide con la salida del verano y entrada del invierno.

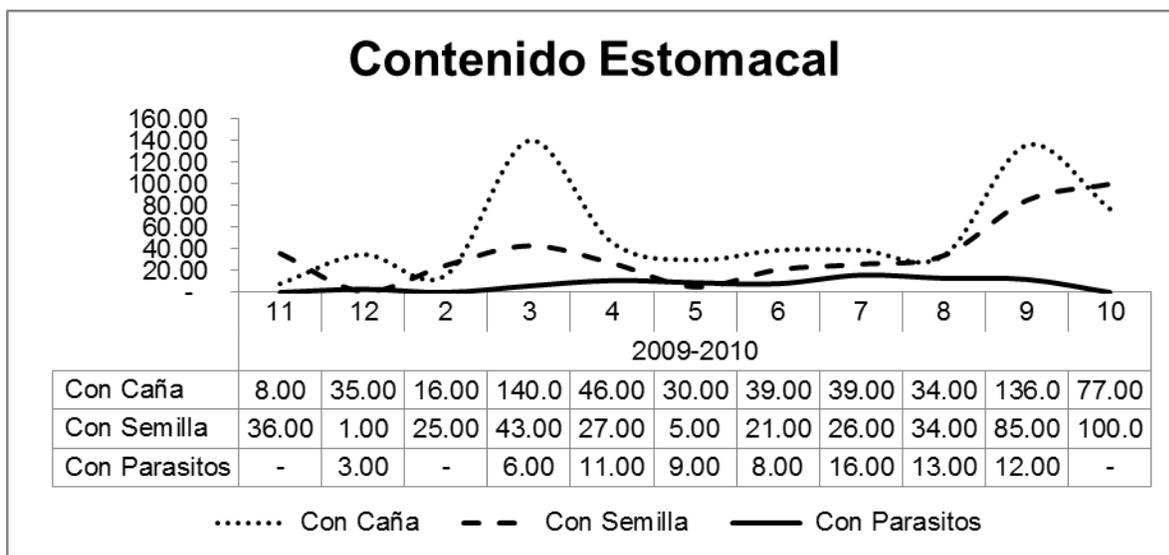


Figura 12. Contenido de estomacal en roedores para el cultivo de caña de azúcar en Ingenio Concepción en el periodo 2009-2010

Se determinó que la especie que predomina en la zona de concepción es (*Sigmodon hispidus*) obteniendo los valores más altos en cuanto a presencia a través del tiempo.

Relacion de Especie

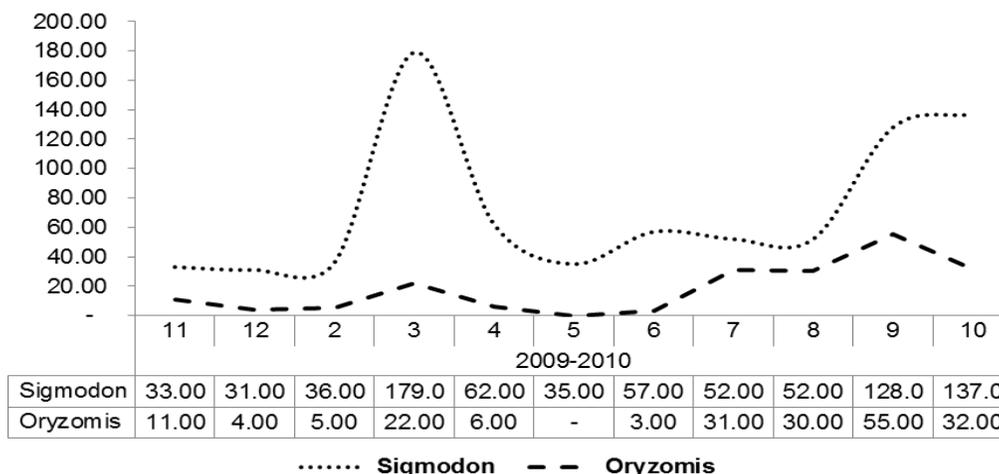


Figura 13 .Relación de roedores por especie en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el periodo 2009-2010

Este compendio de variables combinadas dio argumentos válidos para planear de una mejor manera los controles y enfocarlos hacia donde se necesitan, por lo que gran parte del éxito de la implementación de los métodos de control fue la correcta interpretación de estos datos y hacer estrategias de manejo en función a la biología de la especie.

7.6 COSTO DE APLICACIÓN DEL RODENTICIDA

Los costos de aplicación de rodenticidas durante los primeros 2 años no fueron estructurados para la labor de pulseo por lo que son los que dan el valor de la aplicación manual tradicional a un valor de 7.07 dólares por hectárea aplicada para el año 2007 , y para el año 2008 el valor fue de 7.68 dólares por hectárea aplicada.

La diferencia radica principalmente en el aumento del valor del cebo utilizado de 2.20 us/ha a 2.78 us/ha; El valor de la aplicación de rodenticida fue calculado para el año 2010 con un valor de 17.95 us/ha , el 80/20 del incremento radica en el número de veces que debemos de regresar al campo para controlar una hectárea así como

también la cantidad de rodenticida es mayor al calcular que se repondrá el 100% del rodenticida en 4 lecturas que se harán a la unidad controlada .

Cuadro 7. Resumen del costo de aplicación de rodenticida por año y componente en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción durante el periodo 2007-2010

Año	Grupo	Recurso	UM	Costo	Coficiente	Costo Tota	Tasa Cambio
2007-2008	INDIRECTOS	Peon Cultivo de Caña	HR	0.45	0.53	\$ 0.24	Q 7.65
2007-2008	INDIRECTOS	Muestreo y Control de Plagas	UN	0.11	1.00	\$ 0.11	Q 7.65
2007-2008	INSUMOS	GUANTE DE HULE (PAR)XR-0028-0041	PAR	5.47	0.01	\$ 0.05	Q 7.65
2007-2008	INSUMOS	STORM	KG	5.24	0.75	\$ 3.93	Q 7.65
2007-2008	INSUMOS	RODENTICIDA PSAXR-0028-0041	KG	2.20	1.00	\$ 2.20	Q 7.65
2007-2008	MANO DE OBRA	Peon Cultivo de Caña	HR	0.69	0.53	\$ 0.37	Q 7.65
2007-2008	MANO DE OBRA	Muestreo y Control de Plagas	UN	0.16	1.00	\$ 0.16	Q 7.65
Grand Total						\$ 7.07	

Año	Grupo	Recurso	Descripción Recurso	UMREC	Costo Recurso	Coficiente	Costo Tota	Tasa Cambio
2008-2009	INDIRECTOS	PEON AGRÍCOLA C	JORNAL		4.22	0.16	\$ 0.68	Q 7.60
2008-2009	INDIRECTOS	CAPORAL II C	JORNAL		4.66	0.01	\$ 0.05	Q 7.60
2008-2009	INDIRECTOS	MUESTREO DE CADALES	S.B.+DIAM		1.33	0.26	\$ 0.34	Q 7.60
2008-2009	INSUMOS	86258-RODENTICIDA PSA	KG		2.78	1.25	\$ 3.48	Q 7.60
2008-2009	INSUMOS	20404-STORM	KG		5.25	0.25	\$ 1.31	Q 7.60
2008-2009	INSUMOS	10122-GUANTE DE HULE (PAR)	PAR		4.58	0.01	\$ 0.05	Q 7.60
2008-2009	MANO DE OBRA	MUESTREO DE CADALES	S.B.+DIAM		2.22	0.26	\$ 0.57	Q 7.60
2008-2009	MANO DE OBRA	CAPORAL II C	JORNAL		7.76	0.01	\$ 0.08	Q 7.60
2008-2009	MANO DE OBRA	PEON AGRÍCOLA C	JORNAL		7.04	0.16	\$ 1.13	Q 7.60
Grand Total						\$ 7.68		

Año	Grupo	Recurso	Descripción Recurso	UMREC	Costo Recurso	Coficiente	Costo Tota	Tasa Cambio
2009-2010	INDIRECTOS	PEON AGRÍCOLA C	JORNAL		0.78	1.00	\$ 0.78	Q 8.25
2009-2010	INDIRECTOS	Sup contquímico pulseo	JORNAL		0.01	1.00	\$ 0.01	Q 8.25
2009-2010	INDIRECTOS	Caporal II	S.B.+DIAM		0.83	0.05	\$ 0.04	Q 8.25
2009-2010	INSUMOS	CEBO PARA ROEDORES	KG		1.98	8.00	\$ 15.84	Q 8.25
2009-2010	MANO DE OBRA	CAPORAL II C	HR		1.28	0.05	\$ 0.07	Q 8.25
2009-2010	MANO DE OBRA	Control químico pulseo	S.B.+DIAM		1.20	1.00	\$ 1.20	Q 8.25
2009-2010	MANO DE OBRA	Sup contquímico pulseo	S.B.+DIAM		0.01	1.00	\$ 0.01	Q 8.25
Grand Total						\$ 17.95		

(Pantaleón ,2007).

Las eficiencias de cada uno de los recursos utilizados para el control cambia al necesitarse más recursos en una cantidad mayor de tiempo.

Cuadro 8. Resumen de las eficiencias por componente en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción durante el periodo 2007-2010

Grupo	Recurso	Año	Coficiente	Eficiencia
INDIRECTOS	Peon Cultivo de Caña	2007	0.53	15
INDIRECTOS	Muestreo y Control de Plagas	2007	1.00	1
INSUMOS	GUANTE DE HULE (PAR)XR-0028-0041	2007	0.01	100
INSUMOS	STORM	2007	0.75	1
INSUMOS	RODENTICIDA PSAXR-0028-0041	2007	1.00	1
MANO DE OBRA	Peon Cultivo de Caña	2007	0.53	15
MANO DE OBRA	Muestreo y Control de Plagas	2007	1.00	1

Grupo	Recurso	Descripción Recurso	Año	Coficiente	Eficiencia
INDIRECTOS	PEON AGRÍCOLA C		2010	1.00	1
INDIRECTOS	Sup contquímico pulseo		2010	1.00	1
INDIRECTOS	Caporal II		2010	0.05	20
INSUMOS	CEBO PARA ROEDORES		2010	8.00	0.13
MANO DE OBRA	CAPORAL II C		2010	0.05	150
MANO DE OBRA	Control químico pulseo		2010	1.00	1
MANO DE OBRA	Sup contquímico pulseo		2010	1.00	1

(Pantaleón ,2007)

VIII. CONCLUSIONES

Se observó diferencia estadística de infestación por roedores en el cultivo, obteniendo valores iniciales de 8.7% de infestación para el año 2007, 4.4% para el año 2008 y 2.7% para el año 2009, por lo tanto si existe una respuesta hacia el método de control en las áreas a las cuales se les dio el manejo de pulseo en sustitución de la aplicación convencional.

Se determinó que la edad del cultivo para la aplicación del rodenticida va relacionada a la temporada de invierno, debido a que en esta época el porcentaje de consumo disminuye de un 94% a un 74% lo cual es aceptable.

No se encontró un cambio significativo en la cantidad de rodenticida utilizado, sino más bien un control más riguroso al poder conocer las cantidades de producto ofertado y consumido por el roedor, los mejores resultados van ligados a realizar controles en bloques grandes mayores a 100 has al mismo tiempo, con la finalidad de aplicar en una mayor cantidad de área al mismo momento y por ende más producto.

El porcentaje de captura de roedores disminuyó durante el periodo de estudio del 15% en 2007, 9% en 2008 y 5% en 2009.

La estructura poblacional permitió conocer que en los meses de septiembre a noviembre las hembras predominan con la finalidad de subir su poder reproductivo expresándose en la cantidad de embriones por cada una.

La metodología de pulseo tienen un valor de 17.95 U\$\$/ha y el control tradicional tiene un valor de 7.07 U\$\$/ha, como resultado de esto tenemos una diferencia de 7.88 U\$\$/ha, por lo que es una metodología más cara, debido principalmente a que se utiliza una gran cantidad de mano de obra y producto comparada con su predecesora, pero debido a que se reduce el daño en un 6% durante el periodo que se utilizó, da como resultado que se perdieron 3 toneladas menos de caña por cada hectárea por lo cual se obtienen 37500 toneladas más de caña durante los dos años en los cuales se redujo el daño derivado del manejo de roedores.

IX. RECOMENDACIONES

Implementar la metodología de pulseo para el control de roedores en áreas endémicas, que tengan los valores más altos de infestación por roedores con el objetivo de que el impacto que tiene el utilizar una metodología que es un 43% más cara que su predecesora se potencialice, obteniendo una reducción de daño mayor por lo que su impacto será más significativo en estas áreas problema, en lo que se reducen los niveles de daño a niveles más tolerables y posiblemente se puedan manejar de una manera más económica cuando los niveles de daño sean menores.

Los datos obtenidos de estructura poblacional, se deben de utilizar para la toma de decisiones al momento de ejecutar la estrategia de control, ya que se pudo evidenciar que las poblaciones aptas para la reproducción se incrementan en los meses de invierno preparándose para lo que dura este periodo de abundancia, esto da la base biológica del comportamiento del roedor y se obtendrá mejores resultados si se actúa según la naturaleza y conducta del mismo, ya que direccionará los recursos hacia estos meses que por biología del roedor son los más altos en población o relación hembra macho.

Diseñar una manera diferente para distribuir dentro del lote las estaciones de cebado, con el objetivo de cubrir un área mayor con la cantidad de cebo, en lugar de aplicar únicamente en las periferias, para realizar una aplicación más uniforme y que el roedor lo encuentre en cualquier parte.

El manejo integrado de roedores con control químico pulseo se debe realizar en bloques de 100 has en adelante para obtener mejores resultados, ya que esto garantiza que se encuentre más rodenticida en el campo y la plaga no pueda migrar, simultáneamente se deben trabajar las áreas improductivas de los bloques a los que se les esté dando manejo, con la finalidad de poder eliminar las fuentes de alimentos que sirven como hospederos de la plaga.

X .BIBLIOGRAFIA

1. Allen R. G. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos por organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación fao estudio FAO riego y drenaje 56, Roma,. 323 p.
2. Castro J. Colazo R. (1997), Los Roedores Dañinos: Algunos aspectos del control químico y bacteriológico. No. 1. Consultado 5 de Marzo de 2011. Disponible en http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/veterinaria/v08_n1/roedoresd.htm
3. CENGICAÑA, (1996). Estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. (en línea). Guatemala. Consultado 15 marzo 2014. Disponible en <http://www.cengicana.org/es/publicaciones>
4. CENGICAÑA (2002), Control químico de roedores. CAÑAMIP-Entomología, CENGICAÑA. Guatemala
5. Diaz, L.L. Portocarrero, E.T. (2002) Manual de Producción de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Tegucigalpa, Honduras Zamorano 131 P.
6. Esquit, V. E. (2004), Análisis técnico-económico de un sistema de riego por pivote central y un módulo de riego por aspersion móvil en el cultivo de caña de azúcar (*saccharum officinarun* l.), en ingenio la unión s.a., Escuintla, Guatemala, USAC
7. 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. P 104-111.
8. FAO, (Food and Agriculture Organization), EU. (2006) Crop Water Management for Sugarcane. (En Línea) Consultado 6 abr. de 2014. Disponible en <http://www.fao.org/landandwater/aglw/cropwater/sugarcane.stm>

9. FAO (Food and Agriculture Organization), EU. (2002), Agricultura Mundial hacia los años 2015/2030. (En línea). Consultado 3 de abr. de 2014. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/004/Y3557S/Y3557S00.HTM>
10. FAO, (Food and Agriculture Organization), IT. (2002) Nutrición humana en el mundo en desarrollo. (En línea). Consultado 3 de abr. de 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s00.htm#Contents>
11. Lopez, B.(2000), Evaluación de la eficiencia de diferentes rodenticidas anticoagulantes para el control de la rata *sigmodon hispidus* en caña de azúcar *Saccharum officinarum* L. , Escuintla, Guatemala Universidad Rafael Landivar.
12. Márquez, J. M. (2008), Características del comportamiento de la rata de campo (*Sigmodon hispidus*) en caña de azúcar: Bases ecológicas para comprender su Importancia económica .CAÑAMIP-Entomología, CENGICAÑA. Guatemala
13. Melgar, M; Meneses, A; et al. (2012). El cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala. Cengicaña. Guatemala. Artemis edinter. 512P.
14. Monge, J. CR (2008), Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. CIPROC. Costa Rica. 6 P.
15. Pantaleón (2007). Departamento Técnico Agrícola, Bases de Datos y Registros Escuintla, Guatemala.
16. Subiros, F. CR (1995) Cultivo de la caña de azúcar. EUNED, 1995. San Jose, Costa Rica. 441 P

17. USDA, Natural Resource conservations service. EU. (2011), Plants Profile (Saccharum officinarum L.) sugarcane U.S.A. (En línea) Consultado 4 de marzo 2011. Disponible http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=SAOF&photoID=saof_001_avd.tif

IX .ANEXOS
(Boletas utilizadas)

Finca: _____

Nombre Finca: _____

Lote: _____

Area: _____ Fecha de Muestreo: _____

Cargo del Responsable: _____

Nombre: _____ Firma: _____

Est.	Total Cañas Erectas	Total Cañas Postradas	Daño Rata			Ronron Cañas
			Daño aéreo	Daño terrestre		
			Cañas erectas	Cañas erectas	Cañas postradas	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
TOTAL						

Cuadro 9.Boleta para el muestreo de daño de roedores y ronrón en previo a la cosecha

Nombre Finca: _____ Lote: _____ Área: _____
 Fecha de Control: _____ Numero de Control: _____ No. de trampas _____
 Cargo del Responsable: _____ Nombre: _____

No. Trampa	Btrincada																			
	M	H			M	H			M	H			M	H						
1				40				79				118				157				196
2				41				80				119				158				197
3				42				81				120				159				198
4				43				82				121				160				199
5				44				83				122				161				200
6				45				84				123				162				201
7				46				85				124				163				202
8				47				86				125				164				203
9				48				87				126				165				204
10				49				88				127				166				205
11				50				89				128				167				206
12				51				90				129				168				207
13				52				91				130				169				208
14				53				92				131				170				209
15				54				93				132				171				210
16				55				94				133				172				211
17				56				95				134				173				212
18				57				96				135				174				213
19				58				97				136				175				214
20				59				98				137				176				215
21				60				99				138				177				216
22				61				100				139				178				217
23				62				101				140				179				218
24				63				102				141				180				219
25				64				103				142				181				220
26				65				104				143				182				221
27				66				105				144				183				222
28				67				106				145				184				223
29				68				107				146				185				224
30				69				108				147				186				225
31				70				109				148				187				226
32				71				110				149				188				227
33				72				111				150				189				228
34				73				112				151				190				229
35				74				113				152				191				230
36				75				114				153				192				231
37				76				115				154				193				232
38				77				116				155				194				233
39				78				117				156				195				234

Captura

Machos: Sigmodon _____ Oryzomys _____ Otras _____
 Hembras: Sigmodon _____ Oryzomys _____ Otras _____

Impresora Publicitaria Uruguay - Tel: 2211 8555 / 2211 8556 Fax: 2242 0200 - impresora@publicitaria.com.uy 21 Julio de 2010 a las 11:23:38 AM 2011

Cuadro 10. Boleta para el muestreo de roedores

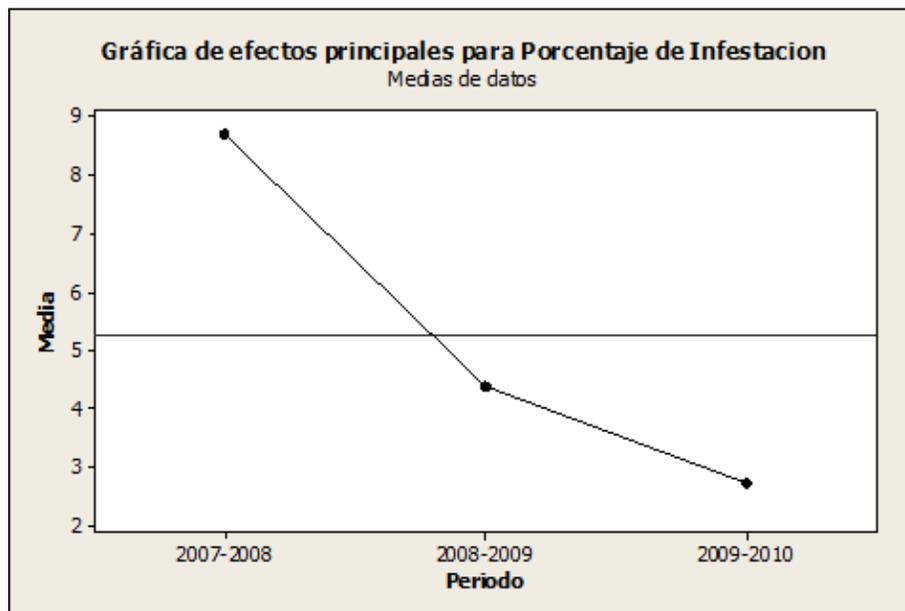


Figura 8. Los efectos principales para el factor Porcentaje de infestación en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el periodo 2007-2010

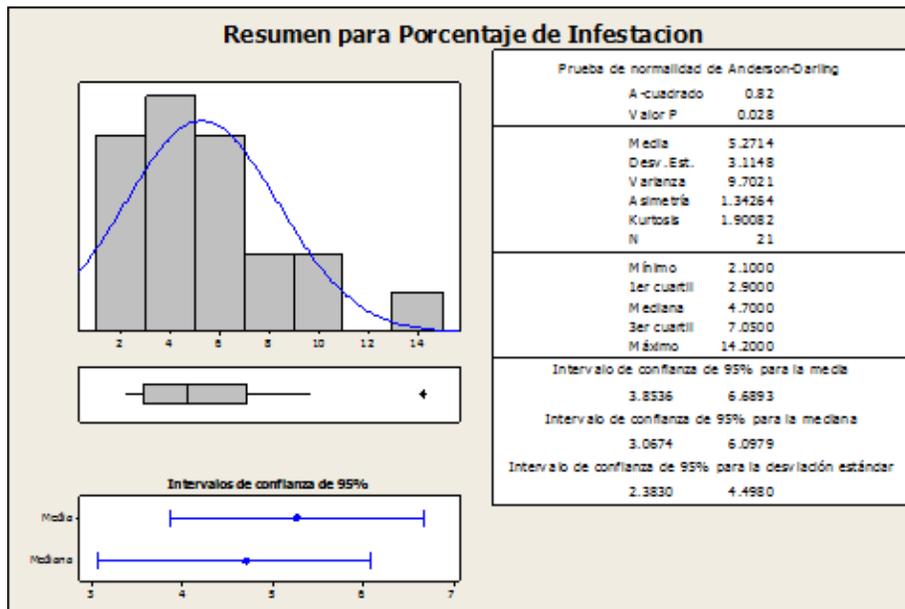


Figura 9. Análisis de varianza para la el factor principal de infestación en el cultivo de de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el periodo 2007-2010

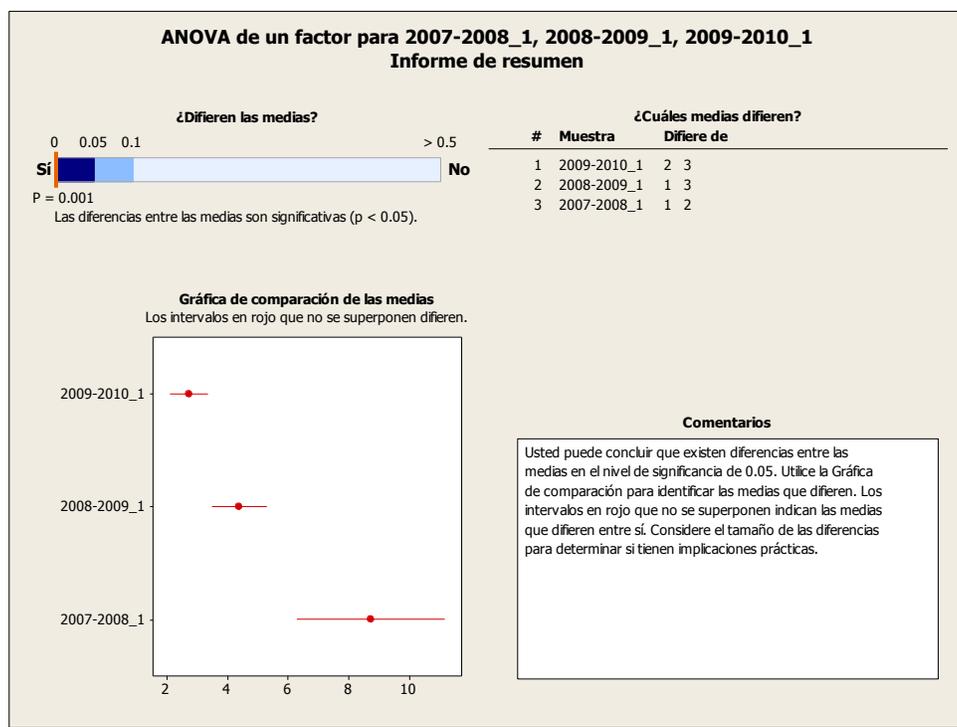


Figura 10. Resumen del análisis de varianza para Porcentaje de infestación con respecto al valor de p en el cultivo de caña de azúcar para Ingenio Concepción en el periodo 2007-2010

Plaga	Factor de pérdida	Índice de daño	Umbral económico
Chinche salivosa	8.21 TCH/1 ad/tallo 5.83 kg Az/t/1adulto/tallo	1465kg Az/ha/1 adulto/tallo	0.05-0.10 ninfas y adultos/tallo
Gallina ciega	0.62 TCH/larva/m ²	70.9 kg Az/ha/1 larva/m ²	10 larvas/m ²
Rata de campo	0.5 TCH/1 % infestación. 2.19 kg Az/t/1% i.i	65 kg Az/ha/1% infestación	6 % de tallos dañados
Barrenador del tallo	0.36 kg Az/t/1% intensidad de infestación	32.4 kg Az/ha/1% intensidad de infestación	7 % de intensidad de infestación
Chinche hedionda	0.053 TCH/insecto/m ²	6.09 kg Az/ha/insecto/m ²	100 insectos/m ²
Termitas subterráneas	0.45 TCH (CP72-1312) 0.22 TCH (CP72-2086)	23.3 -47.7 kg Az/ha/1 % infestación	10 % de tallos dañados en cosecha

Figura 11. Factores de pérdida, índice de daño y umbra económica para las principales plagas de caña de azúcar CENGICAÑA-CAÑAMIP, 2008.