

# ESTRATEGIAS NOVEDOSAS PARA EL CONTROL DE RATAS EN LATINOAMERICA

## INNOVATIVE STRATEGIES FOR CONTROL OF RATS IN LATIN AMERICA

Francisco Badilla Fernández<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup> Biosesoría Internacional S.A. (BISA) franbad@racsa.co.cr, San José, Costa Rica

Se discuten diferentes estrategias de manejo integrado de las principales especies de ratas en Latinoamérica y un ejemplo exitoso de control en México. La determinación del umbral económico (NDE) es fundamental para el manejo económico de esta plaga. El empleo de un índice de captura como equivalente del NDE es erróneo y se utiliza en la mayoría de países de Latinoamérica. Manejo de malezas en los campos y áreas de refugio, y la utilización de control biológico con la lechuza *Tyto alba*, la bacteria *Salmonella enteritidis* variedad Danyz fagotipo 6a, lisina negativa, cebos anticuagulantes de primera generación y cebos botánicos se discuten en esta presentación. Se presentan además los resultados obtenidos en Industrial Azucarera San Cristóbal, Veracruz, México cuyo principal problema lo constituyen las ratas *Sigmodom toltecus*. En la zafra 2012-13 se estimó una pérdida de 379,316 toneladas, lo cual representó una pérdida promedio de 10.3 t de caña/ha con 17.1 % de los tallos roídos. Se produjeron de cebos a base del rodenticida Coumatetralil, granos y atrayentes. Se determinó el umbral de control (NDE) y se cuantificó la población de ratas/ha, con base en el radio de acción. Se corrieron análisis de probit (TL<sub>50</sub> y el TL<sub>90</sub>) y se determinó la tasa de potencia para determinar la eficiencia del cebo en ratas en cautiverio. Se obtuvieron valores de 3.53 y 5.28 días para el TL<sub>50</sub> y TL<sub>90</sub>. La tasa de potencia se mantuvo entre 96.7 y 114.2% lo cual demuestra la estabilidad del cebo producido. Se aplicaron en forma manual y aérea 24,051,234 cebos en 140,999 has acumuladas de agosto del 2012 a septiembre del 2015. Se determinó una eficiencia promedio del 85%. El daño en este periodo bajó de 17.10 a 1.38% de tallos roídos; con lo cual se recuperaron 338,200.3 t de caña. Se invirtieron U\$ 2,086.535 y se recuperaron U\$10,390.133 con una relación costo: beneficio de 4.71. Se concluye que el conocimiento de la bioecología y el NDE son determinantes para un manejo sostenible de esta plaga en Latinoamérica.

**Palabras claves:** Caña de azúcar, Sugar cane, Coumatetralil, rata cañera, cane rat, *Sigmodom toltecus*, *Tyto alba*,

## INTRODUCCIÓN

Uno de los factores limitantes para la producción de la caña de azúcar en Latinoamérica son las plagas, ya que algunas disminuyen los rendimientos en forma severa (Badilla, et al 1991, 1996). Dentro de las plagas más importantes se encuentran las que afectan los tallos molederos, como los barrenadores y las ratas (Badilla, 2002). Los daños se presentan en diferentes estados fenológicos del cultivo.

Durante el rebrote y hasta el macollamiento se pueden observar severos daños conocidos como “corazones muertos”, debido a que la roedura de los tallos jóvenes provoca la muerte del meristema apical. En tallos molederos se alimentan de las yemas, lo cual se constituye un limitante cuando los tallos se utilizan para semilla. A la hora de la cosecha hay pérdida de peso y la afectación de la calidad

del jugo, implicando una disminución de los rendimientos agroindustriales. Además pueden provocar la quebradura de los tallos y el volcamiento del mismo; así como como la afectación de otras plagas y enfermedades.

Vásquez (2005) señala que en muestreos realizados en la región de Calipán, México en la pre-zafra 2009/2010, registró un porcentaje de tallos roídos de 15.98%, que representó una pérdida de 9.75 t/ha; considerando que por cada 1% de incremento en los tallos dañados se estimó una pérdida de 0.61 toneladas de caña. Estrada et al (1966) determinó una pérdida de 0.57 toneladas por hectárea por cada 1% de los tallos roídos en el ingenio Santa Ana en Guatemala.

Según Vásquez et al (2013) las especies de ratas predominantes en el estado de Veracruz son: *Sigmodon toltecus*, *Oryzomys couesi* y *Peromyscus leucopus*, de las cuales solo las dos primeras especies se les asocia como plagas del cultivo de la caña de azúcar. Peppers, et al (2000) estudiando los genes mitocondriales de la rata cañera del género *Sigmodon* propusieron que la especie *Sigmodon toltecus* debería ser considerada una especie diferente a *Sigmodon hispidus*.

Las ratas son la especie de mamíferos más abundantes en el planeta, dado sus características constituyen uno de los vectores que más daño causa al ser humano, ya sea desde el punto de vista epidemiológico por ser trasmisor de un gran número de enfermedades tales como: Leptospirosis, Fiebre Hemorrágica, Peste Bubónica, Hantavirus, Brucelosis, Encefalitis, Auyetsky, etc.

Además ocasionan daños económicos a cultivos y granos almacenados donde se han estimado en alrededor del 4% de la producción mundial, cifra que alcanzaría para alimentar a 130 millones de personas. Según la FAO en América Latina y el Caribe los daños a cultivos fluctúan entre 8 y 10% generando pérdidas superiores a los 1,500 millones dólares por año.

Para el control de esta plaga se emplean diferentes estrategias de control: cultural, químico y biológico (Badilla, 2010, Villafaña, et al, 1999).

Se discuten diferentes estrategias de manejo integrado de ratas en campo (control cultural, biológico y químico) y se hace una discusión con el objetivo de evaluar a nivel de campo la eficiencia y rentabilidad en forma comercial de un cebo de primera generación, así como las metodologías de trabajo propuestas por Badilla (2010) para el control de ratas en el área de influencia de Azucarera Industrial Cristóbal en México.

## MATERIAL Y METODOS

### 1. UTILIZACIÓN DE LA BACTERIA *Salmonella enteritidis* variedad Danyz fagotipo 6a, lisina negativa y la lechuza *Tyto alba* EN GAUTEMALA

Se determinó la dosis letal 50 (DL<sub>50</sub>) y dosis letal 90 (DL<sub>90</sub>) para esta bacteria en la especie *Sigmodon hispidus*. Se realizaron evaluaciones y aplicaciones comerciales en campo. Se evaluaron en el Ingenio la Unión las siguientes dosis: 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125, 1.5625, 0.78125 gramos del producto comercial y un testigo en ratas en cautiverio. Se determinó una DL<sub>50</sub> de 8.7 g de y una DL<sub>90</sub> de 13.1 g con tiempos letales variables en función de la dosis empleada. Se concluye que los cebos formulados en arroz en cáscara fueron eficientes para el control de esta especie en cautiverio. A nivel de campo fue utilizada en

los ingenios Santa Ana y Magdalena con eficiencias entre el 90-100%. Se disminuyó la afectación en fincas con promedios superiores al 20 % de tallos roídos hasta valores menores al 2% en el primer año de aplicaciones comerciales, cuando este producto fue aplicado al cierre del cañal.

La utilización de la lechuza de campanario *Tito alba* fue parte de un proyecto de investigación en el Ingenio La Unión. Se consiguió obtener el anidamiento, postura y reproducción de esta especie utilizando cajas de madera. El aumento de la población de esta especie, junto con la utilización de cebos a base del rodenticida Coumatetralil permitió aumentar las poblaciones de este predador y disminuir los daños de ratas en las fincas adonde está establecido este programa.

## 2. PROYECTO DE CONTROL DE RATAS EN INDUSTRIAL AZUCARERA SAN CRISTOBAL

La producción de cebos se realizó en una fábrica diseñada por la empresa Bioasesoría Internacional S.A (BISA) y pertenece a las agrupaciones CNPR y CNC. Esta planta trabaja con altos estándares de calidad, utilizando una máquina empacadora industrial, la cual tiene una capacidad para producir 38 cebos de 10 g por minuto en papel bond laminado con polipropileno. La capacidad de producción por mes es de 1,200,000 cebos en tres turnos. Inicialmente se realizaron determinaciones de la TL<sub>50</sub> y TL<sub>90</sub> de los cebos a base de Coumatetralil (4.2 mg ia/cebo) en ratas colectadas en campo y mantenidas en cajas de malla (28x 31x 35 cm) en un bioterio. Para esto se determinó el peso por rata y la desviación estándar de la muestra. Las ratas de la especie *Sigmodon toltecus* con pesos superiores o inferiores a la desviación estándar se emplearon como testigo. A cada una se le suministró un cebo de 10 g, agua abundante y se registró la mortalidad por hora durante 15 días. Posteriormente se creó una tabla de mortalidad acumulada y se determinaron los tiempos letales utilizando un programa de probit (Sokal, 1958). Con estos valores se determinó periódicamente la tasa de potencia según la metodología mencionada por Badilla y Alves (1991) para determinar la efectividad del cebo en el tiempo y estar monitoreando posibles fuentes de resistencia a la utilización del cebo.

El programa de monitoreo poblacional se inició en los primeros 60 a 80 días posterior a la cosecha, una vez que se forma el túnel con el follaje de la caña que sirve de protección y refugio inicial. Se desarrolló bajo la metodología propuesta por Badilla (2010) la cual consiste en colocar cinco trampas de guillotina o cebos por hectárea (Figura 1). Las trampas se lavaron previamente con detergente neutro sin aromatizante y fueron manipuladas con las manos protegidas con guantes para evitar el contacto de las mismas. Como cebo se utilizaron pedazos de tortillas humedecidas con vainilla líquida como atrayente. Las trampas se revisaron a las 24 horas posteriores a su colocación. Para determinar la densidad de ratas por hectárea se realizó utilizando la fórmula propuesta por Badilla (2010) con base al área de territorio determinado por (Flehartty y Mares, 1973) para *Sigmodom hispidus*.

RATAS/HA: 10,000/ 45.6

RATAS CAPTURADAS

TRAMPAS COLOCADAS



Cuadro 1. Porcentaje de ratas muertas acumuladas y valores de probit de la mortalidad acumulada después de 10 días de ingerir el cebo en el bioterio. Carlos A. Carrillo, Veracruz. Julio del 2012.

FECHA APLICACIÓN	FECHA DE MORTALIDAD	DIAS EN MORIR	Nº MUERTAS	ACUMULADAS	ACUMULADO (%)	PROBIT
24-ago-12	25-ago-12	1	0	0	0	0
24-ago-12	26-ago-12	2	3	3	30	4.48
24-ago-12	27-ago-12	3	2	5	50	5.00
24-ago-12	28-ago-12	4	1	6	60	5.25
24-ago-12	29-ago-12	5	2	8	80	5.84
24-ago-12	03-sep-12	10	2	10	100	8.09

Se puede observar que la mortalidad se inicia al segundo día de ingerir el cebo y continúa hasta el día 10, en el cual se murió la última rata evaluada de una población de 10 que componía la muestra. Cabe mencionar que se dejó un testigo similar de 10 ratas adonde no se murió ninguna rata en el tiempo de evaluación. El ingrediente activo del RODISC es el Coumatetralil un rodenticida del grupo químico de las warfarinas cuyo mecanismo de acción consiste en interrumpir el mecanismo natural de coagulación de la sangre, favoreciendo las hemorragias internas y externas de las ratas. Se comporta como antagonistas de la vitamina K1, dado que inhiben las enzimas vitamina K1 2,3 epóxido reductasa y vitamina K1 reductasa disminuyendo de esta forma la producción de los factores de la coagulación vitamina K. Este comportamiento hace que las muertes sean lentas, lo favorece el consumo de los cebos en campo ya que las ratas lo consumen sin ningún temor. En la figura 2, se presenta el valor del tiempo letal cincuenta (TL<sub>50</sub>) y noventa (TL<sub>90</sub>) determinado por una ecuación entre el número de días del estudio y los valores de mortalidad acumulada transformados en valores probit.

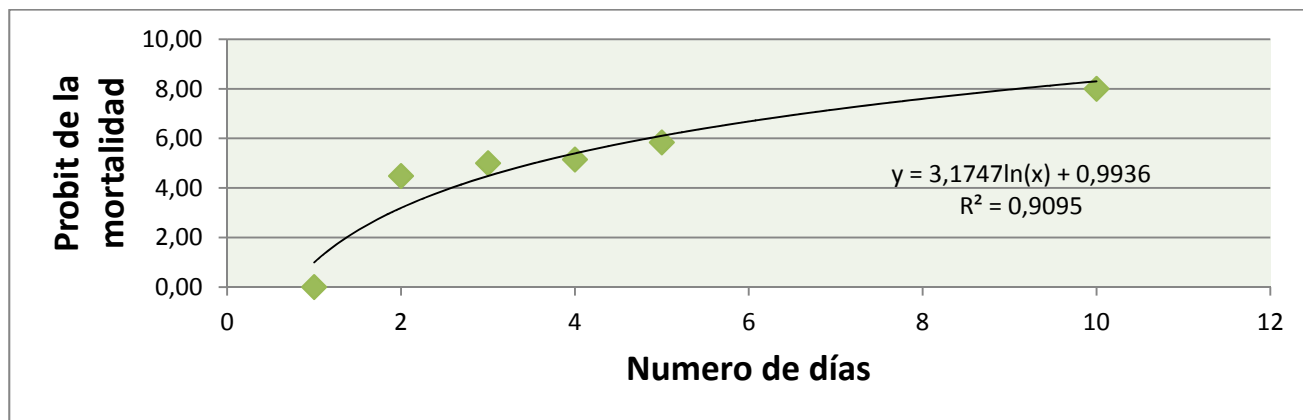


Figura 2. Correlación entre los días para causar mortalidad y el valor probit de la mortalidad acumulada de ratas alimentadas con el cebo Rodisc en el bioterio. Carlos A. Carrillo, Veracruz. Julio del 2012.

Con base en la ecuación obtenida, se determinó un  $Tl_{50}$  de 3.49 días y un  $Tl_{90}$  de 5.20 días, lo cual está muy próximo a los valores establecidos para la especie *Sigmodom hispidus* obtenidos por el Badilla (2010) para la especie *Sigmodom hispidus* en Guatemala.

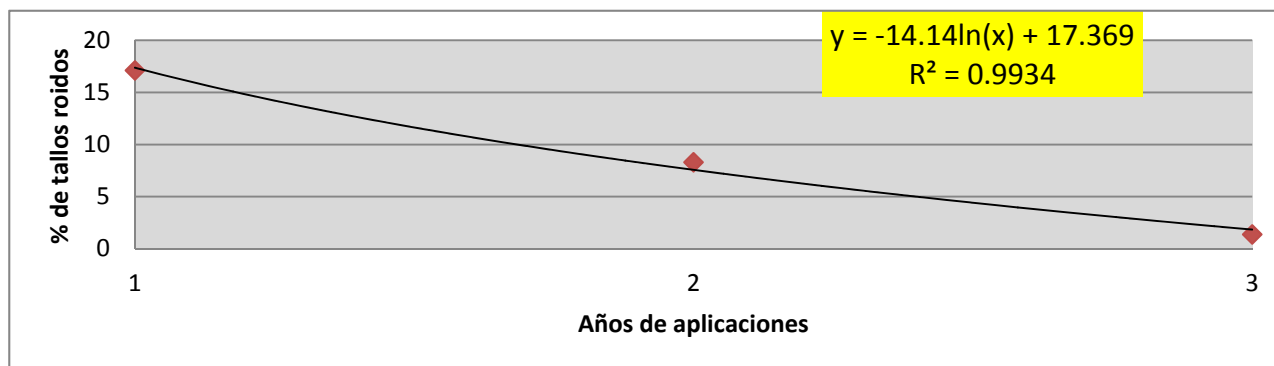
### Fase de campo

En el periodo de agosto del 2012 a septiembre del 2015 se aplicaron en forma manual y aérea 24,051, 234 cebos en 140,999 has acumuladas, con lo cual se consiguió disminuir el porcentaje de tallos roídos de 17.76 a 1.26% (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de cañas roídas por división, durante tres zafras. Industrial Azucarera San Cristóbal, julio del 2015.

DIVISIÓN	2012-13	2013-14	2014-15
10	21.60	3.79	3.34
20	16.80	7.31	1.04
30	15.50	10.21	0.29
40	15.13	6.45	1.84
50	20.35	13.62	0.63
60	14.00	8.97	0.83
PROMEDIO	17.76	8.39	1.33

En este cuadro se puede observar la disminución del porcentaje de cañas roídas por zafra en todas las divisiones, producto de la implementación de la estrategia establecida de monitoreo, la determinación del momento oportuno para la aplicación de cebos en forma manual y aérea, así como la determinación del NDE por zafra. El conocimiento de la biología de la plaga permitió disminuir drásticamente el daño en áreas severamente afectadas como el ejido Dos Bocas adonde se determinaron hasta el 90 % de los tallos roídos, en la zafra 2012-13. Los productores de este ingenio utilizaban rodenticidas convencionales y formulaciones altamente tóxicas como el fosfuro de zinc el cual a pesar de estar prohibido en México desafortunadamente se continuaba utilizando. En la figura 3, se presenta un análisis de correlación entre los años de aplicación y el porcentaje de tallos roídos.



Figua3. Análisis de correlación de los años de aplicación y porcentaje de tallos roídos en seis divisiones de la empresa.

Se puede observar un alto coeficiente de determinación para las dos variables estudiadas ( $R^2= 0.9934$ ), lo cual demuestra que la implementación del programa de manejo disminuyó los daños drásticamente y que ya en el segundo año de aplicaciones empieza a estabilizarse la curva del daño. En el cuadro 3, se presenta un análisis económico del programa en los tres años de estudio.

Cuadro 3. Relación beneficio- costo de la utilización del rodenticida RODISC para el control de ratas en el área de abasto de Industrial Azucarera San Cristóbal, durante tres zafras. Septiembre, 2015.

Zafra	Tallos Roídos (%)	Has Cosechadas	Pérdidas (t)	Recuperación (t)	Gasto (\$)	Valor (t)	Recuperación (\$)	B/C
2012-13	17.10	38,311,320	379,316.5	0.0	6,945,428	-	0.00	0
2013-14	8.30	45,393,900	218,149.5	161,167.1	10,855,084	436.67	70,376,830	6.48
2014-15	1.38	51,458,370	41,116.3	177,033.2	13,497,519	482.82	85,475,169	6.33
<b>Total</b>		<b>135,163.590</b>	<b>638,582.3</b>	<b>338,200.3</b>	<b>31,298,031</b>		<b>155,851,999</b>	
<b>Promedio</b>								<b>4.71</b>

En este cuadro se puede observar la disminución de tallos roídos, la pérdidas por año en función de la disminución de este porcentaje utilizando el factor de pérdida de 0.57 toneladas por hectárea por cada 1% de los tallos roídos (Estrada et al, 1966), la recuperación en el periodo, así como los gastos incurridos en el programa por año y la recuperación a partir de la zafra 2103-14. Con base en este análisis se concluye que se recuperaron 338,200.3 toneladas de caña, con lo cual se obtuvo una retorno de \$ 155,851,999 de pesos producto de la implementación de este programa. La relación beneficio: costo de este programa fue de 4.71, lo cual demuestra la rentabilidad del mismo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La metodología utilizada para cuantificar las poblaciones de ratas /ha, y la determinación del umbral económico (NDE), permitió conocer el momento oportuno para realizar el control bajo parámetros económicos. La utilización de cebos a base del rodenticida Coumetetralil, la bacteria *S. enteritidis* predadores como la lechuza *T. alba*, gavilanes y el manejo de malezas productoras de semillas han permitido llevar a cabo proyectos exitosos de manejo de las diferentes especies de ratas.

Es necesario realizar un monitoreo continuo para determinar la tasa de potencia utilizando el rodenticida Coumetetralil, lo cual permita tomar decisiones oportunas ante una eventual fuente de resistencia.

## AGRADECIMIENTOS

A los gerentes de campo y técnicos de plagas de los ingenios: La Unión, Magdalena, Tululá y Santa Ana en Guatemala. También a los líderes de las agrupaciones cañeras CNPR, CNC, gerencias, personal de campo y de la planta del Industrial Azucarero San Cristóbal por las facilidades y el apoyo financiero para la realización de estos proyectos.

## LITERATURA CITADA

- Badilla, F.; Solis, A. I.; Alfaro, D. 1991. Control biológico del taladrador de la caña de azúcar *Diatraea* spp (Lepidoptera: Pyralidae) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 20-21: 39-44.
- Badilla F. & Alves, S.B. 1991. Controle do gorgulho da cana-de-açúcar *Sphenophorus levis* Vaurie 1978 (Col.: Curculionidae) con *Beauveria* spp en condições de laboratório e campo. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Porto Alegre 20 (2): 251-263
- Badilla, F., Toledo, J.C.; Barreno, C. 1996. Patogenicidad de *Metarhizium anisopliae* en adultos de la "chinche salivosa" *Aeneolamia alfofasciata* y *Prosapia* spp. (Homoptera: Cercopidae) en caña de azúcar en Escuintla, Guatemala. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.42 p.39-44.
- Badilla, F. 2000. Utilización del control biológico y alternativas no químicas para el manejo de plagas insectiles en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. Internacional Sugar Journal. Vol.102, N° 58. p 61-65
- Badilla, F. 2002. Un programa exitoso de control biológico de insectos plaga de la caña de azúcar. Manejo integrado de plagas y Agroecología (Costa Rica) N° 64 p.77-87.
- Badilla, F. 2010. Manual de procedimientos para el monitoreo y control de ratas en campo. 6 p (mimeografiado).
- Conadesuca (2015). Reporte Semanal de Precios y Exportaciones de Azúcar al 19 de junio de 2015 consultado el 28 de julio del 2015 en (Línea)  
<http://www.conadesuca.gob.mx/politica%20comercial/REPORTE%20PRECIOS%2020150619.pdf>
- Estrada, J.; Salazar R.; Carrillo, E. 1966. Estimación de pérdidas causadas por la rata cañera en caña de azúcar, variedad CP72-2086. EN Memoria I Simposio Nacional de Plagas de la caña de azúcar. Guatemala, Cencicaña p. 64-67.
- Fleharty, E.D.; Mares, A.M (1973).Habitat preference and spatial relations of *Sigmodon hispidus* on remnant prairie in west- central Kansas. The Southwestern Naturalist 18 (1) 21-29.
- Peppers, L. L.; y Bradley, R.D. 2000. Cryptic speciation in *Sigmodon hispidus*: evidence from ADN sequences. Journal of Mammalogy. 81:332-343.
- Sokal, R. 1958. Probit analysis on digital computer. Journal of Economic Entomology 51(5):638-639
- Vasquez L. I. 2005. Factores que intervienen en las fluctuaciones poblacionales de *Sigmodon hispidus* (Rodentia: Cricetidae) en agroecosistemas cañeros, Veracruz, México. Tesis inédita de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, México.



Vásquez, I; Monterrubio, C.L; Catalán, J.B (2013). Roedores habitantes de los agro-ecosistemas cañeros. Guía de campo. Fundación de la Universidad Veracruzana, A.C. 195 p.

Villafaña, M. F; Silva, M.; Ruíz, J.; Sánchez, L.; Campos, A. (1999). Evaluación del impacto del bio-rodenticida Biorat en poblaciones de roedores establecidos en varios cultivos en la república de Costa Rica. Revista Cubana del Medicina Tropical 51 (39 185-8.

Zafranet (2015). Terminó la zafra en México sin alcanzar las metas de producción .Consultado el 28 de julio del 2015 en (Línea) <http://www.zafranet.com/2015/07/termina-la-zafra-en-México-sin-alcanzar-las-metas-de-producción>.