

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

FLUCTUACIONES DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE
LA RATA CAÑERA (*SIGMODON HISPIDUS*),
DURANTE UN CICLO DE CULTIVO DE
CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM OFFICINARUM*).

Informe Final de Tesis

Presentado por

FRANZ HEINRICH DIESELDORFF RICHTER

para optar al título de licenciado en

BIOLOGIA

Guatemala, abril de 1999

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CC. QQ. Y FARMACIA

DECANA	LICDA. HADA MARIETA ALVARADO BETETA
SECRETARIO	LIC. OSCAR FEDERICO NAVE HERRERA
VOCAL I	DR. OSCAR MANUEL COBAR PINTO
VOCAL II	DR. RUBEN DARIEL VELASQUEZ MIRANDA
VOCAL III	LIC. RODRIGO HERRERA SAN JOSE
VOCAL IV	BR. DAVID ESTUARDO DELGADO GONZALEZ
VOCAL V	BR. ESTUARDO SOLORZANO LEMUS

DEDICO ESTE ACTO

**A mis padres: Francisco Enrique Dieseldorff Archila y María Mercedes Richter Martínez.
A mi esposa: Susanita Calvo de Dieseldorff.
A mis hijos: Krista, Joachim y Pamela Sue.
A mis hermanos: Marlene y Salvador, Arturo, Herman y Hannelore.
Y muy especialmente a la Escuela de Biología y ZENECA Agrícola CA & RD.**

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer especialmente a:

Lic. Oscar F. Lara L., M.Sc.
Lic. Roberto Ruiz F.
Licda. Bárbara Carchella de Casaús
Licda. Didi Whitehead de Santiso
Personal colaborador de Finca Bolivia

Y a todas las personas que de una u otra manera colaboraron con este trabajo.

ÍNDICE

	PÁGINA
I. RESUMEN.....	3
II. INTRODUCCIÓN	4
III. ANTECEDENTES	5
IV. JUSTIFICACIÓN	15
V. OBJETIVOS	16
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	17
VII. RESULTADOS	20
VIII. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	25
IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	30
XI. ANEXOS	33

I. RESUMEN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se originó de cultivos en tiempos prehistóricos, cerca de Nueva Guinea central, se cultiva extensivamente en amplias regiones de la costa sur de Guatemala, en aproximadamente 120,000 hectáreas.

La alteración de los ecosistemas naturales para convertirlos en extensos campos de este monocultivo, ha provocado que algunas especies de animales se hayan constituido en plaga y los rendimientos de la cosecha no sean óptimos.

La Rata Cañera (*Sigmodon hispidus*), provoca grandes pérdidas en dicho cultivo, disminuyendo el rendimiento de peso de caña por área, así como la cantidad y calidad del azúcar esperado, contenido en cada caña afectada.

Este estudio llevado a cabo en la finca Bolivia, departamento de Escuintla, Guatemala, determinó la fluctuación de la densidad de la población de esta rata, por medio de trampeos quincenales a lo largo de 15 meses para sugerir que, el mejor momento de control de esta plaga es durante el período de crecimiento de la caña, durante la temporada lluviosa, en las áreas no cultivadas de las fincas cañeras. Y se sugiere un monitoreo constante para determinar el momento de inicio de los programas de control preventivo.

Lo anterior se sugiere porque, la población de *Sigmodon hispidus*, considerada como el prototipo de roedor plaga en varios cultivos y principal en el de caña de azúcar de la costa sureña de Guatemala, es menor durante el período lluvioso (crecimiento de la caña) encontrándose en las áreas no cultivo de las fincas cañeras. Por lo anterior se podrá programar la utilización de menor cantidad de rodenticidas apropiados para el combate de la población de ratas en este cultivo, durante el momento adecuado, minimizando el riesgo de intoxicaciones secundarias no deseadas y logrando optimizar el rendimiento del cultivo.

II. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se originó de cultivos en tiempos prehistóricos, cerca de Nueva Guinea central. La caña de azúcar de los primeros hawaianos fué *Saccharum officinarum* L.. Las distintas variedades de caña comercial de esa isla son una hibridación compleja interespecífica de *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. robustum* y crecen exclusivamente como cultivo^{3,9}

La caña de azúcar se cultiva extensivamente en amplias regiones de la costa sur de Guatemala, en aproximadamente 120,000 hectáreas.

La alteración de los ecosistemas naturales para convertirlos en campos de cultivo, ha provocado que algunas especies de animales se hayan constituido en "Estado plaga".

Estado plaga es, en pocas palabras, la situación que se presenta cuando las actividades de una especie entran en conflicto con los intereses o el bienestar de la especie humana.²

La Rata Cañera (*Sigmodon hispidus*), provoca grandes pérdidas en dicho cultivo^{3,4,5}, disminuyendo el rendimiento de peso de caña por área, así como la cantidad y calidad del azúcar esperado, contenido en cada caña afectada.⁶

El contenido de azúcar se reduce por el efecto debilitador de las roeduras en las plantas, por la fermentación del azúcar en los tallos dañados, y por el incremento de la susceptibilidad de la caña roída de contraer otras enfermedades, de las que el hongo "Muermo Rojo" (*Physalospora tucumanensis*) es la más importante.⁷

Debido a la falta de datos en Guatemala que cuantifiquen las pérdidas sufridas en los cultivos de caña por el ataque de ratas, así como por la poca información existente sobre la dinámica poblacional de esta especie dentro de este cultivo, se presenta este estudio.

El proyecto se desarrolló en 20 manzanas de cultivo de Caña de Azúcar en la Finca Bolivia, en el departamento de Escuintla, Guatemala. Selecciónándose para el efecto porciones de cultivo con la misma variedad de caña y suelos con las mismas características, edáficas y topográficas.

III. ANTECEDENTES

A. Biología de *Sigmodon hispidus* en Ambientes Naturales

1. Clasificación Taxonómica ^{8,9,10}

Orden	<i>Rodentia</i>
Suborden	<i>Myomorpha</i>
Familia	<i>Muridae</i>
Subfamilia	<i>Sigmodontinae</i>
Género	<i>Sigmodon</i>
Especie	<i>S. hispidus zanzonensis</i>

2. Evolución

La *Sigmodontinae* es la segunda subfamilia de múridos por su número de especies (369), y habita América del Sur y la mayor parte de América del Norte. ¹¹

Es probable que los sigmodontinos tropicales se hayan derivado de una segunda invasión proveniente del Viejo Mundo (Eurasia) a finales del Mioceno. Estos animales tuvieron una rápida radiación hacia finales del Mioceno, y a comienzos del Plioceno el género *Sigmodon* ya había aparecido. ¹¹

Probablemente ingresaron a América del Sur cuando se formó el puente terrestre panameño a fines del Plioceno, aunque pudieron haber entrado antes sobre desechos flotantes. ¹¹

Los expertos aún no se ponen de acuerdo si la gran cantidad de sigmodontinos vivientes en América del Sur, resultó de una radiación norteamericana-tropical ocurrida antes del acceso a América del Sur, o si la radiación ocurrió después de la formación del puente panameño. De los 73 géneros vivientes, el 86% vive en América del Sur, y no más al norte de las regiones tropicales de América del Norte. ¹⁰

3. Evidencia Fósil

El récord fósil de *Sigmodon* fue revisado por Martin (1979). Se cree que evolucionó de un ancestro cricétido comedor de gramíneas, que se desarrolló progresivamente de una línea filogenética principal. ⁸ Se ha discutido anteriormente la posible forma de radiación de estos roedores; sin embargo, Cameron y Spencer (1981) reportan fósiles las fases de Rancho Labrean en Florida y Sangamon en Texas, durante la glaciación Wisconsiniana. Blair (1958) propone que estos sigmodontinos llegaron a Florida buscando refugio, huyendo de la glaciación y no retrocedieron al norte con la retracción de la misma. ⁸

4. Descripción

Son ratas de cuerpo rechoncho, con una coloración que va desde un café grisáceo a café negruzco. La cola es de menor longitud que la cabeza y el cuerpo, es anillada y con escasos pelos esparcidos. Sus orejas son relativamente pequeñas y de pelaje corto. Los dedos primero y quinto de las patas traseras son considerablemente más cortos que los otros tres. Pesan entre 110 y 230 gramos. Las cúspides molares presentan un patrón en forma de "s," de donde surgió el epíteto del género (*Sigmodon*), y el específico se refiere a la apariencia de los pelos dorsales que son hispídos al tacto. Su fórmula dentaria es I 1/1, C 0/0, M 3/3, con un total de 16.¹²

4.1 Morfometría

Longitud total en adultos	224-265 mm
Longitud cola	81-166 mm
Longitud pata	28-41 mm
Longitud oreja	16-24 mm

Se presenta dimorfismo sexual en tamaño y peso, siendo los machos los de mayor talla.¹²

4.2 Ecología

Su hábitat ideal generalmente se presenta en áreas de pastos y arbustos, tanto en lugares húmedos como secos; preferentemente en donde existe una cubierta herbácea densa. Con frecuencia se les encuentra en los cultivos.^{5,12,13,18}

4.3 Comportamiento

Su actividad es tanto diurna como nocturna. Construyen amplios senderos entre el zacate. Hacen sus nidos bajo piedras o troncos e incluso entre el zacate, juntando montículos de pasto seco. Rara vez viven más de un año. El ámbito hogareño es de 900 a 3600 metros cuadrados y la densidad, en algunos lugares de América del Norte, se ha estimado entre 25 y 39 ratas por hectárea.^{12,9}

4.4 Hábitos de Alimentación

Su alimentación es omnívora. Devoran semillas, hierbas, insectos, huevos de aves, así como pequeñas lagartijas. Entre las plantas que se han encontrado en su dieta están: *Triticum sp.*, *Kochia sp.*, *Sporobolus sp.*, *Panicum sp.*, *Bromus sp.*, *Rumex sp.*, *Setaria sp.*, *Bouteloua sp.*, *Andropogon sp.* Causan graves daños a cultivos, entre otros: Caña de Azúcar, Maíz, Trigo, Melón, Sandía, etc.¹²

4.5 Depredadores

Sus principales depredadores son aves de presa diurnas y nocturnas, serpientes, comadrejas, zorros, mapaches y otros carnívoros.¹²

4.6 Hábitos Reproductivos

Son enormemente fecundas, reproduciéndose durante todo el año. Tienen de dos a doce crías que nacen después de 27 días de gestación. Las crías nacen con pelo y pueden dejar el nido a los cinco días de nacidas. Maduran sexualmente en 40 días.⁸

4.7 Relación con el Hombre

Estas ratas se ven favorecidas por la transición de áreas naturales en cultivos agrícolas. Pueden constituirse en verdaderas plagas, causando grandes perjuicios en cañaverales, maíz almacenado y frijol. Se han utilizado para estudios bacteriológicos y médicos.⁸

5. Distribución

Se encuentran desde el sudeste de los Estados Unidos, hasta el norte de América del Sur,¹² (Anexo 1).

B. Ratas en cultivos de Caña de Azúcar

1. Especies de Roedores Plaga reportados en el cultivo de Caña

CARRASCO Y ABARCA (1961)⁶ identificaron siete especies distintas en México, de las cuales tres son importantes en el cultivo de la Caña de Azúcar. En orden de importancia son: *Sigmodon hispidus* o Rata Cañera, *Peromyscus leucopus texanus* o Ratón Tejano, y *P. boylii levipes* o Ratón Gris. SAMOL (1971)⁷ reporta a *Sigmodon hispidus*, *Oryzomys palustris*, *Rattus rattus* y *Neofiber alleni* como roedores plaga en cañaverales de Florida, Estados Unidos.

FLORES CACERES (1983)³ reporta que la Rata Cañera (*Sigmodon hispidus*) y el Ratón Cañero (*Peromyscus sp.*) son la plaga más destructora que tienen en la zona abastecedora de los ingenios de la Cuenca del Papaloapan, los del Estado de Sinaloa y la Región de las Huatecas, en México.

BUCKLE Y SMITH (1994)⁵ reportan a *Sigmodon hispidus* como la especie de roedor más común en las fincas cañeras de América Central.

BUCKLE Y SMITH (1994)⁵ citan el trabajo de Romero et al (1984) en el cual reportan, además de *Sigmodon hispidus*, a *Oryzomys palustris*, *Mus musculus* y *Rattus rattus* infestando plantaciones de caña de azúcar en Honduras. Sin

embargo, la especie más importante es *S. hispidus*. La población de roedores calculada durante ese trabajo fue de 39 por hectárea, y el daño ocasionado al cultivo se estimó hasta en un 43%.

BUCKLE Y SMITH (1994)⁵ citan también el trabajo de Collado y Ruano (1962) quienes describen a *Sigmodon hispidus* como el roedor más prolífero en los cañaverales de México, e incluyen a *Peromyscus spp.* y a *Oryzomys conesi* también como roedores plaga en el mismo cultivo. Señalan que los ataques se inician cuando la caña alcanza 12 centímetros de altura. También reportan hasta un 90% de cañas dañadas.

2. Pérdidas Producidas por Roedores en Caña de Azúcar

CARRASCO Y ABARCA (1961)⁶ reportan que la principal plaga en cultivos de caña azucarera en México son las ratas. Los autores reportan que a inicios de la década de los 50, las pérdidas en plantaciones con mayor infestación de ratas, fueron entre un 8 y un 11% en el rendimiento en toneladas de caña por hectárea por año en México.

SAMOL (1971)⁷ menciona que durante la historia de la industria azucarera en Estados Unidos, las ratas han sido un gran problema, y que recientemente se han estimado pérdidas de entre 2 y 3 millones de Dólares anuales.

TAYLOR (1972)³⁶ comenta en su estudio sobre lo dificultoso que es la estimación de pérdidas en el cultivo de caña, y lo poco productivos que han resultado los escasos estudios realizados de tan extensos daños reportados.

El mismo autor hace mención en ese estudio de estimaciones de pérdidas reportadas por otros autores en distintos lugares, tales como pérdidas arriba del 21% en peso de caña, y 15% del contenido de sacarosa en Hawai (Pemberton 1925), Guyana (Bates 1960) y México (Collado y Ruano 1962). Pérdidas de 4.5 millones de Dólares anuales en Hawai (Hood et al 1970), y 2.5 millones de Dólares anuales en Puerto Rico (Martorell et al 1967). Pérdidas arriba del 6% de la producción total de caña en la Isla de Barbados en 1964 (Taylor 1965).

ABARCA M. (1981)⁴ hace relación que una densidad poblacional de 100 ratas o más por hectárea puede reducir en un mes el total de caña erecta a un 5%, lo cual es una gran pérdida, pues la inversión en el trabajo de corte es mayor a lo que pueda producir ese volumen de caña.

HAMPSON (1983)¹⁴ reporta que de las 85 a 90 millones de toneladas de azúcar refinada producida en todo el mundo, aproximadamente el 60% es derivada de la caña de azúcar. Trece millones de hectáreas de caña son cosechadas anualmente en alrededor de 100 países.

El mismo autor señala que la caña de azúcar es muy vulnerable al ataque de ratas, y si el 3% de la producción mundial de caña es destruida por roedores, y el

precio del azúcar en ese entonces era de US\$0.32 por kilo (promedio de los años 77 al 81), lo que representa una pérdida del recurso alimenticio mundial de US\$518 millones anuales, o en promedio US\$40 por hectárea de caña cultivada.

BUCKLE y SMITH (1994)⁵ citan el trabajo de LEFEBVRE et al (1978)¹⁵ quienes reportan a *Sigmodon hispidus*, *Rattus rattus* y *Neofiber alleni*, como los causantes de pérdidas de entre un 4 y 38% del rendimiento de caña en Florida.

DIESELDORFF F. (1990) informa que en una finca de la Costa Sur de Guatemala, se perdió un área de 5.5 manzanas destinada para semilla, debido al ataque de ratas. Las cañas fueron atacadas tanto en los entrenudos como en las yemas germinativas, y no se pudieron utilizar para la resiembra. Reporta una infestación del 93%.

DIESELDORFF Y RUIZ (1991)¹⁶ reportan los resultados obtenidos en su estudio de 6 meses de duración, en el cual cuantificaron un 64% de infestación inicial de *Sigmodon hispidus*, y después de haber reducido esa población a un 6%, recuperaron 30 toneladas de caña por manzana.

ASTORGA, LINARES Y DIESELDORFF (1992)³⁷ reportan un 61 y 75% de infestaciones iniciales, reduciéndolas en un 90% con la aplicación de un rodenticida anticoagulante de segunda generación, lo cual disminuyó el riesgo de las cuantiosas pérdidas esperadas.

BUCKLE y SMITH (1994)⁵ sugieren que las cañas que sobreviven al ataque de los roedores disminuyen por lo general entre un 10 y un 20% de su contenido de sacarosa.

Los mismos autores citan a HAMPSON (1983),¹⁴ quién logró, después de examinar varios trabajos, sugerir una relación constante de rendimiento de azúcar de 2 a 6 toneladas por hectárea. También sugirió que si el cultivo presenta un 10% de daño, esto reflejaría pérdidas del 3 al 4% en el peso del azúcar.

3. Caña de Azúcar: Relación Costo-Beneficio en el Control de Ratas

HAMPSON (1983)¹⁴ reporta algunos ejemplos de la relación costo-beneficio obtenidos en campos cañeros alrededor del mundo: Egipto 1:20, lo que significa que por cada dólar invertido en el control de ratas, recuperan 20 Dólares, Australia 1:6.75, Jamaica 1:5, y Paquistán 1:26.

4. Reproducción de Ratas en Cañaverales

HOLLER, LEFEBVRE Y DECKER (1975)¹⁷ informan que el promedio de natalidad anual por rata de *Sigmodon hispidus* es de 37.7 crías por hembra adulta.

ABARCA R. (1981)⁴ reporta a *Sigmodon hispidus* como especie dominante entre ratas y ratones cañeros en México, que maduran sexualmente a los 2 meses de nacidos, y pueden parir mensualmente un promedio de 5 crías, a lo largo de 3 años de vida.

FLORES CACERES (1983)³ reporta que la asombrosa capacidad reproductiva de *Sigmodon hispidus* contribuye a aumentar la densidad de la población, pero los factores que favorecen más su desarrollo son los campos enhierbados, desagües azolvados y enzacatados, los matorrales, los cercados y los montones de piedras, los bordes agrietados, y los desperdicios de las cosechas abandonados en los campos.

HAMPSON (1983)¹⁴ describe que el cultivo de Caña de Azúcar provee una excelente cobertura para las ratas, y que después de 5 a 6 semanas de crecimiento provee alimento de alto contenido energético, y también da muy buena protección contra los depredadores voladores. Por ser generalmente un monocultivo extensivo, con amplias regiones y con largos períodos entre cosechas, favorece substancialmente la reproducción.

5. Hábitos Alimenticios de Ratas en Cañaverales

CARRASCO Y ABARCA (1961)⁶ reportan que las ratas se alimentan de caña de azúcar a lo largo de todo el año, pero el daño se incrementa después de finalizar la estación lluviosa.

Los daños a la plantación inician cuando ésta tiene 5 pulgadas de altura; sin embargo, los peores ataques ocurren cuando la plantación está madura y lista para cosechar.

HOLLER, LEFEBVRE Y DECKER (1975)¹⁷ reportan en su estudio de 2 años de duración, que el daño en caña producido por las ratas en Florida es apreciable desde agosto, y se incrementa hasta noviembre o diciembre, decreciendo posteriormente.

6. Fluctuaciones en la Densidad Poblacional de Ratas en Caña de Azúcar

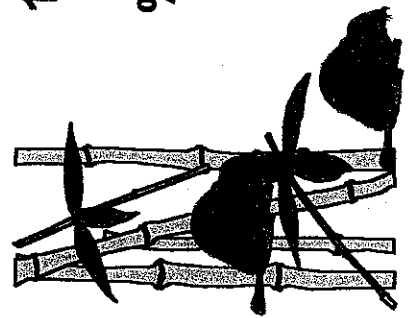
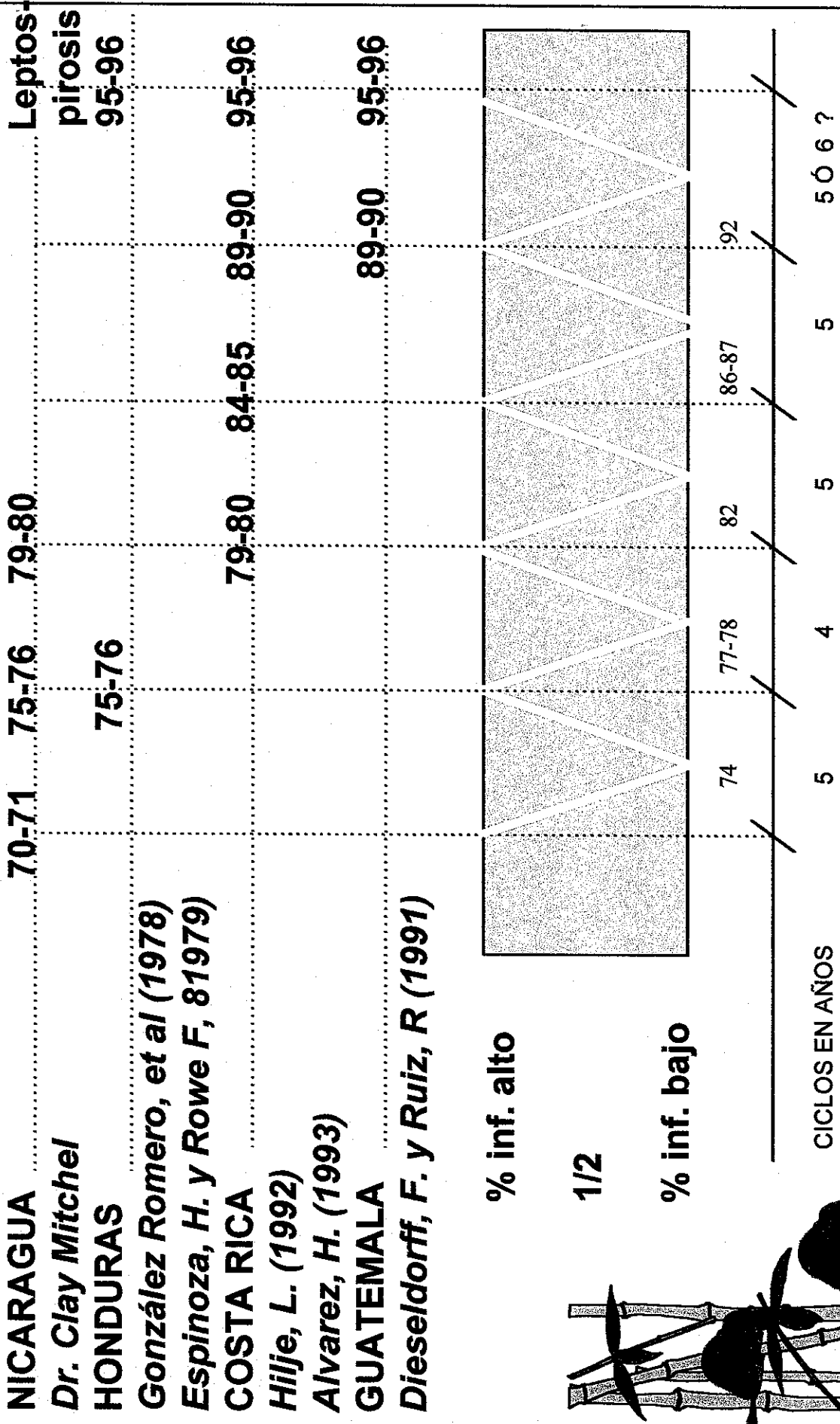
FLORES CACERES (1983)³ sugiere que la población de ratas en los campos cañeros varía de un año a otro, y parece que las fluctuaciones dependen de la abundancia o escasez de alimentos protéicos, indispensables para su reproducción.

BUCKLE y SMITH (1994)⁵ reportan a 5 especies de *Microtus* en pastizales de Estados Unidos, las cuales presentan picos en la densidad poblacional cada 4 a 6 años, y a veces esas poblaciones consumen mayor cantidad de pastos que cualquier otra especie de herbívoro mayor de Estados Unidos en el mismo tiempo.

En comunicación personal con el Ingeniero Hernán Alvarez (1993), Jefe del Departamento de Control de Plagas del Ingenio Taboga en Guanacaste, Costa Rica, informa que después de muchos años de monitoreo de roedores en este cultivo, se presentan picos en la densidad poblacional de *Sigmodon hispidus* durante los ciclos de cultivo de los años 79 - 80, 84 - 85 y 89 - 90.

Figura No. 1

REPORTES DE INCREMENTOS EN LA DENSIDAD POBLACIONAL DE LA RATA CANERA EN CENTRO AMERICA.



En la figura 1 se puede observar la coincidencia que existe en los años en que distintos autores reportaron infestaciones altas de *Sigmodon hispidus* en distintos cultivos en Centro América.

HILJE, L. (1992)¹⁸ informa que en Nicaragua se reportaron 3 picos desmedidos en la densidad poblacional de *Sigmodon hispidus*, señalados en la tabla. En Costa Rica sucedió lo mismo en fincas cañeras del Ingenio Taboga, con la misma especie de rata, durante los años 79-80, 84-85, y 89-90.¹⁸

En Honduras, durante un pico poblacional en 1976, se identificó a *Sigmodon hispidus zanjonensis*.¹⁸

ESPINOSA, H.R. y ROWE, F.P. (1979) reportan que algunos cañeros informaron de pérdidas mayores del 50% en 1975 en Honduras.⁹

DIESELDORFF, F. (1990) informa sobre pérdidas de hasta un 40% del cultivo e infestaciones de ratas de un 90% por manzana, en febrero/90.

ÁLVAREZ, H. (com. pers.) informa sobre picos poblacionales de *Sigmodon hispidus* en cultivos de caña en Costa Rica durante los años 79-80, 84-85, y 89-90.

En la figura 1 podemos observar ciclos de 4 a 5 años en que se dan incrementos en la densidad poblacional de *Sigmodon hispidus* en Centro América. También podemos observar los supuestos picos bajos de densidad poblacional.

7. Índices de Infestación

A causa de lo difícil que resulta conocer con exactitud el número de ratas que habitan en un área de cultivo determinada, el monitoreo de las poblaciones suele hacerse por medio de índices. Estos índices generalmente se expresan por medio del porcentaje de capturas obtenidas por unidad de área en una noche de trapeo, utilizando un número constante de trampas.

FLORES CACERES (1983)³ comenta que después de 30 años de investigación en México, toda campaña de combate de ratas debe iniciarse con una serie de muestreos de campo, utilizando trampas para determinar los índices de infestación, sugiriendo que cuando éstos son mayores del 8%, deben emprenderse los trabajos de combate.

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES, ICI, empresa inglesa fabricante de rodenticidas, sugiere que los programas de combate de ratas deben iniciarse cuando el índice de infestación sobrepase el 5%.

HAMPSON (1983)¹⁴ reporta en su trabajo que el 8% de índice de trapeo se reconoce internacionalmente como un nivel en que ya se justifica la aplicación de rodenticidas en los campos agrícolas.

8. Métodos Utilizados para la Determinación del Índice de Infestación de Ratas en Campos Cañeros

HAMPSON (1983)¹⁴ describe entre otros métodos, el "Índice de Trampeo Hawaiano" o de DOTY, propuesto por R.E. DOTY a principios de los años 50, como uno de los más utilizados en México y América Central, con alguna modificación eventual.

Las trampas utilizadas son de resorte tipo jaula o de guillotina, y se colocan en o alrededor del cañaveral. El índice se calcula con el número de roedores capturados dividido entre el número de noches de trapeo.

CARRASCO Y ABARCA (1961)⁶ describen la metodología para el trapeo según DOTY, indicando que 50 trampas son colocadas 2 ó 3 pies hacia adentro de la periferia del cultivo, dejando 25 pasos entre trampas, por una noche.

En 1977, un autor anónimo describe en México una técnica modificada, en la cual colocan 2 filas, con 15 metros entre cada trampa durante 4 noches, para determinar la densidad.

C. Descripción del Área de Estudio

El estudio se realizó en la Finca Cañera Bolivia, ubicada en el km. 84.5 sobre la autopista que conduce a Puerto Quetzal, Departamento de Escuintla, Guatemala. Las coordenadas son: latitud 14°16'07" y longitud 90° 47' 33." a una altitud de 270 m sobre el nivel del mar.¹⁹ (Anexo 3)

En la finca se presenta una temperatura media anual de 30.5° C, con una mínima de 21° y una máxima de 37° y una precipitación promedio anual de 1,439.55 mm.¹⁶

Los lotes muestreados se componen de dos bloques de diez manzanas cada uno. Ambos están delimitados por un camino de tierra, accesible a vehículos de doble tracción. A excepción del límite norte, que es una reserva forestal sembrada con árboles de Madriado y Matiliguatate de tres años de crecimiento y pastos propios del lugar, los demás límites son campos sembrados con caña. (Ver Anexos 3 y 4)

IV. JUSTIFICACIÓN

Conocer la dinámica poblacional y la abundancia natural de las ratas a lo largo de un ciclo del cultivo y posteriormente a lo largo de los años, es fundamental para poder establecer el nivel de pérdidas que se están sufriendo en algunas fincas cañeras de Guatemala.

El *Sigmodon hispidus* constituye el "prototipo de roedor plaga" en la agricultura y el que más pérdidas ha ocasionado en varios cultivos, principalmente en Caña de Azúcar, en la mayoría de los países Centroamericanos en donde se cultiva esta gramínea.

Ya que en Guatemala no existen datos que permitan conocer la situación actual de pérdidas en Caña de Azúcar ni la densidad de ratas que provoca esta pérdida, se presentan en esta investigación los resultados de los índices de infestación a lo largo de un ciclo de cultivo de Caña de Azúcar, y las recomendaciones sobre el momento y los lugares en que deben ejecutarse los programas de control de roedores, técnica y conscientemente planificados.

V. OBJETIVOS

1. Determinar las fluctuaciones en la densidad poblacional de la Rata Cañera, *Sigmodon hispidus*, durante un ciclo de cultivo de Caña de Azúcar, *Saccharum officinarum*, (15 meses), en la Finca Bolivia, departamento de Escuintla, Guatemala.
2. Aportar información básica para la planificación de los programas de control de roedores en cultivos de Caña de Azúcar en Guatemala.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

20 manzanas de cultivo de Caña de Azúcar de la misma variedad, edad y cuidados, en un suelo con las mismas características edáficas y topográficas.

1 vehículo de doble tracción.

400 galones de diesel.

120 trampas de resorte tipo jaula.

120 libras de camote morado.

10 frascos de 115 g de mantequilla de maní.

2 cuchillos afilados.

1 mapa detallado de la finca (Anexo 3).

2 colaboradores de la finca a razón de 480 horas de trabajo cada uno.

computadora personal.

B. Metodología

Para determinar las fluctuaciones en la densidad poblacional primero se realizó el convenio entre personeros de la Finca y el investigador, para proceder a escoger el área que sirvió para el estudio.

El área utilizada fue de 20 manzanas, divididas en 20 unidades de 1 manzana, con la misma variedad de Caña de Azúcar y las mismas características edáficas y topográficas. Las 20 manzanas recibieron los mismos cuidados a lo largo del ciclo del cultivo.

Sobre un mapa detallado de la finca se identificaron las 20 manzanas del estudio. (Anexo 4)

Las 20 manzanas se numeraron aleatoriamente del 1 al 20, lo que sirvió para designar la secuencia de los trampeos. (Anexo 5)

Cada manzana consta de 50 surcos de siembra de 100 m. de longitud, numerados del 1 al 50, siendo el número 1 el que está hacia el Occidente, y el número 50 el que está hacia el Oriente. Los surcos de crecimiento de caña están orientados de Norte a Sur. (Ver Anexo)

Los trampeos se iniciaron en la manzana 1, y quincenalmente se muestrearon las manzanas en orden ascendente hasta llegar a la manzana número 20, y se reiniciaron del 1 al 10.

Estos muestreos proporcionaron 30 datos quincenales que sirvieron para graficar la curva que muestra las fluctuaciones en la densidad de la población de ratas (Tabla No. 1) en cada manzana, a lo largo de 60 semanas, suponiendo que la población de roedores se distribuye homogéneamente en todo el lote.

En cada trampeo se utilizaron 100 trampas de resorte tipo jaula (Anexo 7), las que se colocaron de 10 en 10, sobre los surcos que eran múltiplos de 5 (del 1 al 50).

La primera trampa se colocó sobre el surco a 5 pasos de la periferia de la manzana, y las siguientes se distanciaron 10 m entre sí, a lo largo de los 100 m de longitud de cada surco.

La colocación de las trampas fue directamente sobre el suelo, tratando de que estuvieran protegidas del sol y de la lluvia para disminuir el deterioro de los individuos capturados, además de disminuir el recelo de los roedores para entrar a la trampa.

Se verificó que las trampas quedaran libres de obstrucciones para que accionaran eficazmente.

Cada trampa fue cebada con trozos de 3 cm³ de camote morado untados con mantequilla de maní como atrayente olfativo. Las trampas permanecieron en el área durante 2 noches para que las ratas no sintieran recelo para entrar en estos nuevos objetos que aparecieron en su hábitat. Se recogieron por la mañana del tercer día, y las capturas fueron reportadas en una gráfica que muestra la posición y el número de trampa de cada captura. (Anexo 6)

Los roedores capturados fueron identificados por sexo y madurez, y luego liberados en el mismo lugar de captura.

Para el cálculo del índice de infestación se consideraron dos opciones. Una en la cual se trabaja únicamente con las capturas. La segunda que incluye como capturas las trampas que a pesar de estar vacías en el momento de la colecta, sí habían sido activadas, presentando rastros de actividad de roedores, como roeduras en el cebo, pelos, trozos de piel de la cola, o excrementos de rata en el interior. Éstas fueron reportadas como escapadas, y se asumió que los roedores escapados fueron adultos, pues tuvieron la talla y la fuerza necesarias para poder escapar de las trampas.

Se reportaron los roedores que se encontraron muertos dentro de las trampas. Estos no fueron identificados por sexo y madurez porque los cuerpos estaban seriamente dañados por hormigas.

En una tabla se presentan las sumatorias de los totales de hembras y machos capturados, de adultos y juveniles, y el total de escapados.

Se recopilaban quincenalmente los datos de precipitación pluvial por día, y se graficaron para relacionarlos con las fluctuaciones de la densidad poblacional de ratas.

Las trampas que resultaron con captura en cada muestreo fueron lavadas minuciosamente con agua y jabón sin olor, para borrar cualquier rastro del roedor como excretas, orines, sangre o trozos de piel y olor humano, que les serviría de advertencia de peligro, antes de volverlas a utilizar.

Al finalizar los 30 trampeos se efectuó otro muestreo en la reserva forestal vecina al área de trabajo, para obtener un dato adicional del porcentaje de infestación de ratas en un área que presenta condiciones favorables de refugio, reserva forestal.

VII. RESULTADOS

Para el objetivo 1.

La Tabla de Resultados (Pag. 21) resume los datos obtenidos en cada uno de los 30 muestreos realizados.

La primera columna indica el número de la manzana muestreada.

La segunda columna señala la fecha en que se realizó cada muestreo.

En la tercera columna se presenta el número de machos adultos y hembras adultas capturados. El total de machos fue de 24 y el de hembras de 29.

La cuarta columna describe un total de 4 machos y una hembra juveniles capturados.

El total de ratas capturadas es de 58, 24 machos y 29 hembras adultos, y 4 machos y 1 hembra juveniles.

En la quinta columna se muestran los valores de las trampas en las que se reportaron escapadas con un total de 53. En los muestreos 12 y 14 se observan valores superiores al resto, 18 y 12 respectivamente.

La siguiente columna describe la relación entre adultos y juveniles capturados por muestreo. La sumatoria de esos valores es de 53 adultos/5 juveniles.

La columna siete presenta los valores de la relación entre machos y hembras capturados por muestreo. El total es de 28 machos y 30 hembras.

La octava columna presenta los valores de los índices de infestación de ratas por manzana en cada muestreo, incluyendo las trampas de las que se reportaron escapadas. Se presentan índices altos en los muestreos 12 (20%), 14 (17%), 21 (16%), y 23 (10%).

La penúltima columna presenta los valores de los índices de infestación sin incluir los valores de escapadas. El muestreo 21 es el que presenta mayor valor (13%). El resto de los valores no sobrepasaron el 5%.

La última columna presenta los resultados de la sumatoria de los milímetros de agua llovida durante los quince días entre fechas de muestreo. El total durante ese período fue de 1,501.5 mm. El período lluvioso se observa resaltado en color azul en la tabla (Muestreos del 5 al 21).

En la parte inferior de la tabla se presentan los resultados de un muestreo realizado quince días después del muestreo 30. Este se efectuó en la reserva forestal ubicada en la vecindad Norte del área de estudio; se capturaron 11 machos y 5 hembras adultos. Se encontraron 14 ratas adultas muertas, cuyo sexo no fue posible identificar. Se reportaron 4 escapadas. El índice de infestación, incluyendo escapadas es de 34%, y sin incluirlas, de 30%. La relación de adultos y juveniles es de 30/0.

También se puede observar una línea roja en la tabla de resultados entre los muestreos 23 y 24. Ésta representa el corte y la cosecha de la caña en el área de estudio.

En el Anexo 8 se presentan 3 gráficas.

En las 3 se puede observar, en la parte inferior de las mismas, la relación de crecimiento del cultivo en el tiempo y el momento del corte de la caña.

En la gráfica 1 se observa la curva de la fluctuación del índice de infestación de ratas por manzana, considerando los valores de escapadas. También se presenta la curva de la precipitación pluvial quincenal en milímetros dividido entre 10.

En esta notamos que el período lluvioso se inicia en abril (muestreo 5) y termina en noviembre (muestreo 21). A finales de agosto (muestreo 15) se nota poca precipitación en relación a los muestreos anteriores y posteriores.

La curva de los índices de infestación muestra valores altos en los muestreos 12 (20%), 14 (17%), 21 (16%), y 23 (10%). Estos valores coinciden con una disminución en la precipitación pluvial.

Se nota una tendencia de aumento del índice de infestación de ratas al finalizar el período lluvioso (muestreos 21, 22, y 23), que cae a 0% drásticamente (muestreo 24) y coincide con la cosecha de la caña.

En la gráfica 2 se muestra la curva de la precipitación pluvial quincenal/10 y la curva del índice de infestación de ratas, sin considerar las escapadas para el cálculo del valor a lo largo de los 30 muestreos.

En esta gráfica es muy claro el bajo índice de infestación de ratas durante el período lluvioso y el incremento al finalizar el mismo.

Esa tendencia en el incremento del índice de infestación se vuelve a notar en los muestreos 26 al 30.

En la gráfica 3 podemos comparar las curvas de los índices de infestación de ratas por manzana, incluyendo escapadas y sin incluirlas, y la de la precipitación pluvial quincenal dividido por 10, durante los 30 muestreos.

En esta gráfica se nota que las 2 curvas de infestación son similares a excepción de los valores de los muestreos 12, 14, y 23.

Estos valores son:

<u>Muestreo</u>	<u>Índice infest. con escap.</u>	<u>Índice infest. sin escap.</u>
12	20% (18 escap.)	2%
14	17% (12 escap.)	5%
23	10% (5 escap.)	5%

Podemos observar la cantidad de escapadas que incrementó el índice de infestación, lo cual se discutirá en la siguiente sección.

Para el objetivo 2.

El momento para ejecutar los programas de control de ratas cañeras es durante el período lluvioso, que es cuando el índice de infestación es menor. Esto se discutirá en la siguiente sección.

VIII. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

1. Del total de roedores capturados (58), 53 fueron adultos y 5 juveniles. Esto parece ser lógico si consideramos que en esta especie los adultos presentan actitudes neofílicas a objetos ajenos a su hábitat. Mientras que los juveniles presentan actitudes neofóbicas, pues por la falta de experiencia, son recelosos a investigar objetos desconocidos. Esto coincide con los reportes de SUMMERLIN y WOLFE (1972).³²
2. La relación entre el total de machos y hembras capturados es de 28/30. Según GOERTZ (1965),³⁵ la proporción de machos y hembras es un indicador de la densidad poblacional. Él sugiere que una alta densidad de población se caracteriza por un alto porcentaje de machos, y lo contrario, una baja densidad, por una alta proporción de hembras. En el presente estudio, la proporción de machos fue menor que la de hembras, y de acuerdo a lo establecido por GOERTZ (1965)³⁵ se observa una baja densidad.
3. Para analizar los valores de los índices de infestación de la columna 8 de la Tabla de Resultados, los cuales incluyen las trampas que se denominaron escapadas, debemos considerar lo siguiente:
 - Las trampas utilizadas no fueron las más apropiadas, pues algunas tenían resortes (Anexo 7) que no lograron evitar el escape de ratas.
 - Lo anterior nos hace suponer que los individuos escapados fueron adultos, pues estos son los que pueden tener la talla y la fuerza necesarias para vencer la resistencia de la compuerta de la trampa.
 - También nos hace suponer que pudieron ser pocos roedores los que activaron varias trampas en un mismo muestreo (12, 14 y 23), tomando en cuenta los reportes de SUMMERLIN y WOLFE (1972)³² donde indican que las ratas dominantes son más susceptibles de ser capturadas que las subordinadas y las juveniles, pues además de tener la talla y la fuerza, tienen la capacidad de aprender cómo escapar de las trampas.
4. Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, se decidió calcular el índice de infestación sin escapadas. El mayor valor reportado es de 13% en el muestreo 21. En todos los muestreos restantes, el índice no pasó del 5%. Esto concuerda con un período de baja densidad poblacional según GOERTZ en 1965.³⁵
5. En la gráfica 3 del Anexo IX, la cual compara la precipitación total quincenal/10 con las fluctuaciones de los índices de infestación, con escapadas y sin escapadas, podemos notar que:

- Existe una relación inversa entre precipitación y los índices de infestación de ratas. Es decir, a mayor precipitación ocurre un menor índice de infestación. Esto coincide con los trabajos realizados por FLORES CÁCERES en 1983,³ HILJE, L. (1992),¹⁸ SÁNCHEZ, F. (1981),¹³ y BATES, J.F. (1978).²¹
- La curva del índice de infestación con escapadas presenta dos picos en los muestreos 12 y 14. A pesar de que estos picos coinciden con una disminución drástica en la precipitación, no concuerdan con la teoría, pues se dieron a mediados del período lluvioso. Además, la cantidad de escapadas representa el 90% y el 70.6% de esos índices de infestación respectivamente.

Se nota también una tendencia de incremento en el índice de infestación (16%) en el muestreo 21, el cual coincide con la finalización de la temporada lluviosa. Esto coincide con los trabajos consultados.^{3, 6, 9, 13, 18, 20, 21, y 34}

Luego observamos una disminución drástica del índice de infestación (0%) en el muestreo 24, que coincide con el corte de la caña. Esto es lógico, pues durante la cosecha de la caña, que implica quema y corte de la misma, no queda alimento ni refugio para que las ratas permanezcan allí.

Al observar la curva del índice de infestación sin escapadas, notamos un comportamiento similar al anterior, pero con valores menos pronunciados, en los muestreos 12 y 14.

Creemos que esta curva refleja mejor la realidad, puesto que, como ya se discutió antes, el índice de infestación es bajo en temporada lluviosa, y alto en temporada seca.

6. Los resultados del muestreo en la reserva forestal reportan un índice de infestación con escapadas de 34% y sin escapadas, de 30%. Esto señala claramente que las ratas que lograron sobrevivir a la cosecha se refugiaron en este lugar. La reserva forestal presenta condiciones apropiadas de refugio y alimentación para estas ratas, hasta que el cañaveral presente mejores condiciones que la reserva.

También es lógico el resultado de la relación adultos/juveniles capturados 30/0, puesto que los individuos adultos son los que están mejor capacitados para afrontar las alteraciones de su hábitat.

Por otro lado, es interesante notar la mayor proporción de machos capturados que de hembras (11/5). Esto es coincidente si pensamos en que es más probable capturar individuos dominantes que subordinados, y generalmente el macho adulto es dominante sobre las hembras, esto coincide con SUMMERLIN y WOLFE en 1972.³²

A las ratas que se encontraron muertas no se les pudo determinar el sexo porque sus cuerpos fueron devorados por hormigas.

Suponiendo que realmente existe una dinámica poblacional cíclica a lo largo de los años, lo que quiere decir que se presentan años con picos de alta densidad como se muestra en la Figura 1; suponemos que esta investigación se realizó durante un período de baja densidad de ratas (1992-93). Buckle y Smith 1994⁵ reportan en Estados Unidos a 5 especies de *Microtus* con ciclos de alta densidad de población de 4 a 6 años, *Sigmodon hispidus* también presenta este comportamiento.

Los valores de 0% se notan durante la temporada lluviosa y tienden a incrementarse al final de ese período (13%), para luego disminuir a 0% por efecto de la cosecha.

Con este estudio hemos proporcionado datos importantes para la planificación de los programas de control de roedores en los cultivos de caña de azúcar.

Verificamos que la dinámica poblacional de *Sigmodon hispidus* durante un ciclo de cultivo de caña varía según si es temporada lluviosa o seca. Esto coincide con los reportes de FLORES CÁCERES en México,³ ABARCA en México,⁴ CARRASCO y ABARCA en México,⁶ SAMOL en Florida,⁷ ESPINOSA y ROWE en Honduras,⁹ SÁNCHEZ en México,¹³ HOLLER, LEFEBVRE y DECKER en Florida,¹⁷ HILJE en Costa Rica,¹⁸ SERNA SECUNDINO en México,²⁰ y BATES en Guyana.²¹

Durante la temporada lluviosa la densidad de ratas es menor, y por consiguiente, es más fácil y económico el manejo de esa población dentro del cultivo durante ese período.

También se observó que existen áreas en donde se refugian las ratas que logran sobrevivir a la cosecha. Estas son, como la reserva forestal, las que presentan condiciones de refugio y alimento temporal. Deben considerarse también linderos de fincas, zanjones de drenaje, quineles de riego, áreas enmontadas y linderos con ríos. Estas áreas presentan regularmente alguna variedad de gramíneas que están incluidas en la dieta de éste roedor.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. La densidad poblacional de *Sigmodon hispidus* a lo largo de un ciclo de cultivo de caña de azúcar fluctúa de acuerdo al desarrollo de la caña.
2. Al inicio del desarrollo del cultivo la densidad poblacional de *S. hispidus* es menor, y aumenta conforme el cultivo madura.
3. La mayor densidad poblacional de *S. hispidus* dentro del cultivo de caña de azúcar se presenta previo a la época de cosecha, cuando la cantidad de refugio y alimento disponibles es mayor.
4. La mayor densidad de población de *S. hispidus* dentro del cultivo se presenta durante la temporada no lluviosa.

RECOMENDACIONES

1. Continuar el monitoreo de la población de *S. hispidus* dentro del cultivo de caña de azúcar y áreas circundantes a lo largo de los años, para eficientizar los programas de manejo de la población y disminuir el impacto sobre otras especies animales.
2. Promover el manejo adecuado del ambiente físico dentro del cultivo para disminuir las condiciones que permiten que la población de las ratas se incrementen.
3. Realizar otros estudios relacionados a ésta y otras especies, sobre comportamiento y dinámica poblacional, para diseñar programas de control más eficientes y con menor impacto sobre otras poblaciones.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Buenaventura, C., DIAGNOSTICO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN GUATEMALA. Guatemala: Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Doc. Tec. 1991. 27 p.
2. Bosch, A. y Tirado, M., PROBLEMAS Y CONTROL DE PLAGAS DE VERTEBRADOS. Trad. National Academy of Sciences. Ed. Limusa, Vol. 5. México: 1978. 175 p.
3. Flores Cáceres, S., HISTORIA SOBRE LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN MÉXICO. Rev. Chapingo, Año VIII, No. 41, 1-4 p. 1983.
4. Abarca, M., RODENT CONTROL IN SUGARCANE FIELDS. México Comisión Nacional de la Industria Azucarera, Doc. Tec. 1981. 11 p.
5. Buckle, A. y Smith, R., RODENT PESTS AND THEIR CONTROL. United Kingdom: CAB International, University Press, Cambridge. UK 1994. 405 p.
6. Carrasco Collado, J. y Abarca Ruano, M., THE RAT PROBLEM IN THE SUGARCANE PLANTATIONS OF MEXICO. México: Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar, México. Doc. Tec. 1961.
7. Samol, H.M., RAT CONTROL IN FLORIDA SUGARCANE FIELDS. Florida Doc. Tec. 1971. 4 p.
8. Cameron, G.N. y Spencer S.R., MAMMALIAN SPECIES, SIGMODON HISPIDUS. The American Society of Mammalogists. No. 158. USA: 1981. 9 p.
9. Espinoza, H.R. y Rowe, F.P., BIOLOGY AND CONTROL OF THE COTTON RAT, SIGMODON HISPIDUS. Honduras: Ministerio de Recursos Naturales. Doc. Tec. 1979. 7 p.
10. Walker, E., et al MAMMALS OF THE WORLD. 3ª ed. London The Johns Hopkins University. Vol. II. 1975. 665 - 738 p.
11. Vaughan, T.A., MAMÍFEROS. 3 ed. México: Editorial Interamericana. 1985. 587 p.
12. Ceballos, G. y Galindo, L., MAMÍFEROS SILVESTRES DE LA CUENCA DE MÉXICO. Editorial Limusa. México: 1984. 229 p.

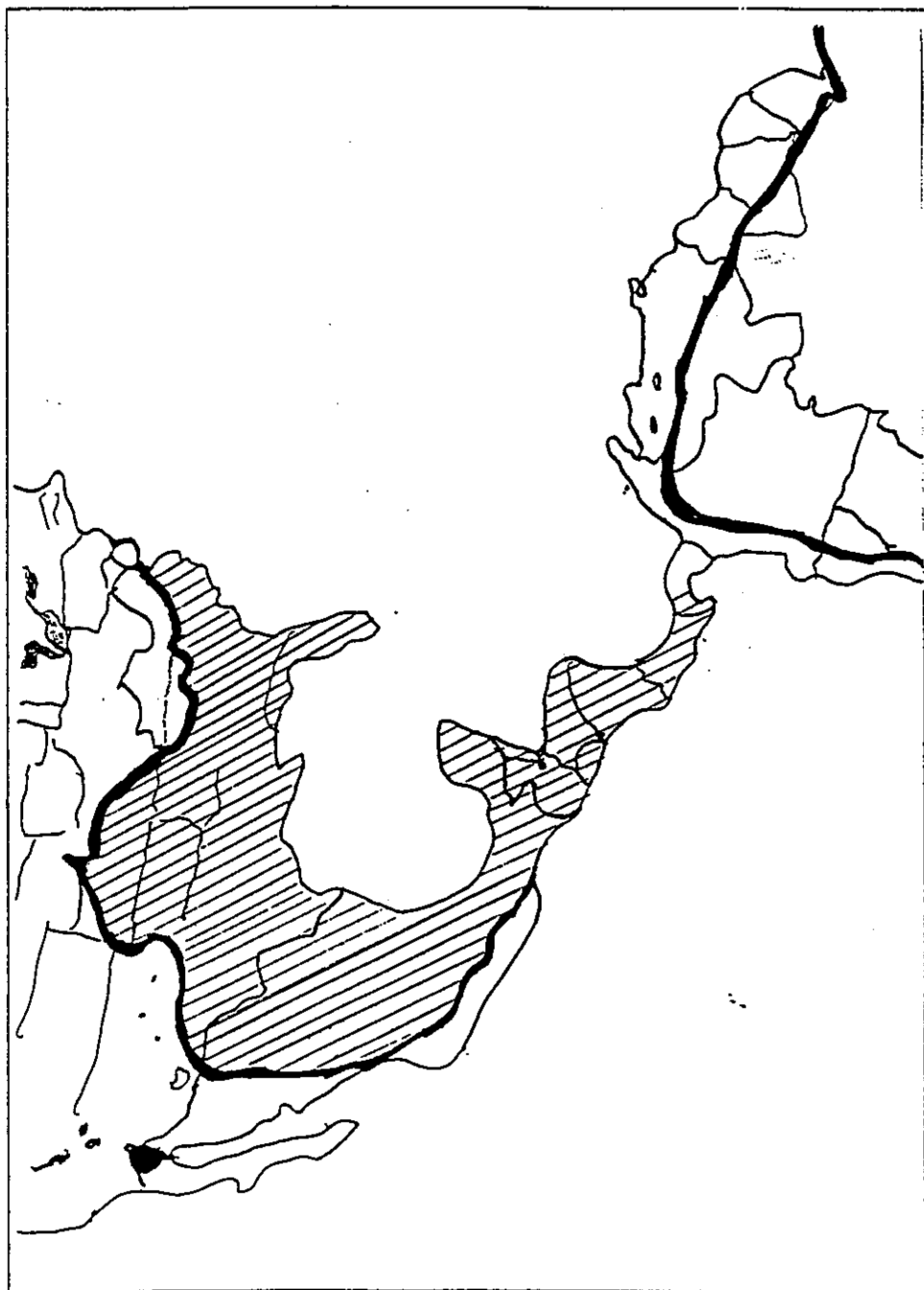
13. Sánchez, F. ROEDORES Y LAGOMORFOS. México: Larios e Hijos Impresores, S.A. 1981. 247 p.
14. Hampson, S.J., A REVIEW OF RODENT DAMAGE TO SUGARCANE WITH CRITERIA FOR THE USE OF RODENTICIDES. Fernhurst, England ICI Plant Protection Division. Doc. Tec. 1983.
15. Lefebvre, L., Ingram, C. y Yand, M., ASSESSMENT OF RAT DAMAGE TO FLORIDA SUGARCANE IN 1975. Proceedings American Society of Sugarcane Technology. Vol. 7. 1978. p. 75-80.
16. Astorga, A., Linares, E. y Dieseldorff, F., DETERMINACIÓN DE NIVELES CRITICOS DE DAÑO DE RATA EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum Officinarum*) BAJO CONDICIONES DE LA FINCA BOLIVIA. Escuintla, Guatemala: Departamento de Investigación Agrícola, Ingenio Santa Ana, Doc. Tec. 1992. 19 p.
17. Holler, N., Lefebvre, L. y Decker, D., ECOLOGY AND CONTROL OF RODENT DEPREDATION TO FLORIDA SUGARCANE. Florida: U.S. Fish and Wildlife Service, Denver Wildlife Research Center, Gainesville, Florida. Doc. Tec. 1975. 14 p.
18. Hilje, L., BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LOS ROEDORES PLAGA EN COSTA RICA. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). No. 23 p. 17-25, 1992.
19. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. ATLAS CLIMATOLÓGICO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA. Guatemala, 1988.
20. Serna Secundino, J., DISTRIBUCIÓN DE LOS ROEDORES DAÑINOS A LA AGRICULTURA CON ÉNFASIS EN *SIGMODON SPP.* México Doc. Tec. VI Simposio Nacional de Parasitología Agrícola.
21. Bates, J.F., RODENTS IN SUGARCANE: THEIR BIOLOGY, ECONOMIC IMPORTANCE AND CONTROL. Guyana: Bookers Sugar States Ltd. Doc. Tec. 1978. 20 p.
22. Buckle, A.P., INTEGRATED RICE RAT CONTROL. United Kingdom, ICI Public Health, Fernhurst, Haslemere, UK. Doc. Tec. 1989. 11 p.
23. Cano Alvarado, M.F., LOS ROEDORES PLAGA EN GUATEMALA. Guatemala: Depto. de Sanidad Vegetal y Cuarentena. Ministerio de Agricultura. 1980.
24. Bruggers, R., ANNUAL PROGRESS REPORT. International Programs Research. Section Denver Wildlife Research Center. USA 1987. 123 p.

25. Dubock, A.C., PROCEEDINGS OF A CONFERENCE ON: THE ORGANISATION AND PRACTICE OF VERTEBRATE PEST CONTROL. Imperial Chemical Industries, England: 1984. 662 p.
26. Gill, J.E. y Redfern, R., LABORATORY TRIALS OF SEVEN RODENTICIDES FOR USE AGAINST THE COTTON RAT (*Sigmodon hispidus*). Great Britain: J. Hgg., Camb. 1980. 413 p.
27. Hall, E.R., THE MAMMALS OF NORTH AMERICA. 2ª ed., USA Willey-Interscience Publication, Vols. 2, Vol. 2. 1981. 1175 p. (606 -775).
28. Kowalski, K., MAMÍFEROS, MANUAL DE TEROLOGÍA. Madrid: Blume Ediciones. 1981. 532 p.
29. Richards, G.J., CONTROL OF MAMMAL PESTS. London: Taylor and Francis. 1987. 406 p.
30. Tim, R., PREVENTION AND CONTROL OF WILDLIFE DAMAGE. 3rd. Printing. USA: Library of Congress Cataloguing in Publication Data. 1987.
31. Van Emdem, CONTROL DE PLAGAS Y SU ECOLOGÍA. España: Ed. Omega. 1977. 223 p.
32. Summerlin, C. y Wolfe, J., SOCIAL INFLUENCES ON TRAP RESPONSE OF THE COTTON RAT, *SIGMODON HISPIDUS*. Department of Biology, Pensacola Junior College, Pensacola, Florida. 1972.
33. Ruiz, A. OBSERVACIONES ECOLOGICAS DE *SIGMODON HISPIDUS* EN AREAS DE CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR DEL INGENIO TABOGA, S.A. Cañas, Guanacaste. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de Costa Rica. 1984. 63p.
34. Gonzáles Romero, A. BIOLOGIA Y CONTROL DE LOS ROEDORES PLAGA EN LA AGRICULTURA DE MEXICO. In: Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. 1991. Biología y Control de Roedores en América Latina: Informe de Países.
35. Goertz, J.W., REPRODUCTIVE VARIATIONS IN COTTON RATS. Amer. Midl. Nat. 74: 329-340. 1965.
36. Taylor, K.D., THE RODENT PROBLEM Pest Infestation Control Laboratory, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Tolworth, Surrey, England. 1972.

37. Astorga, A., Linares, E. y Dieseldorff, F., DETERMINACION DE NIVELES CRÍTICOS DE DAÑO DE RATA EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum Officinarum*) BAJO CONDICIONES DE LA FINCA BOLIVIA. Escuintla, Guatemala. Departamento de Investigación Agrícola, Ingenio Santa Ana, Doc.Tec. 1992, 19 p.
38. Monge M., J. I., CARACTERÍSTICAS POBLACIONALES Y USO DEL HABITAT DE LA RATA DE LA CAÑA (*Sigmodon Hispidus*) EN CAÑAS, GUANACASTE, COSTA RICA. Tesis de Maestría en Manejo de Vida Silvestre. Universidad Nacional de Costa Rica. 1992. 92p.
39. Neal, Marie C. IN GARDENS OF HAWAII. Bishop Museum Press., 1965.

IX. ANEXOS

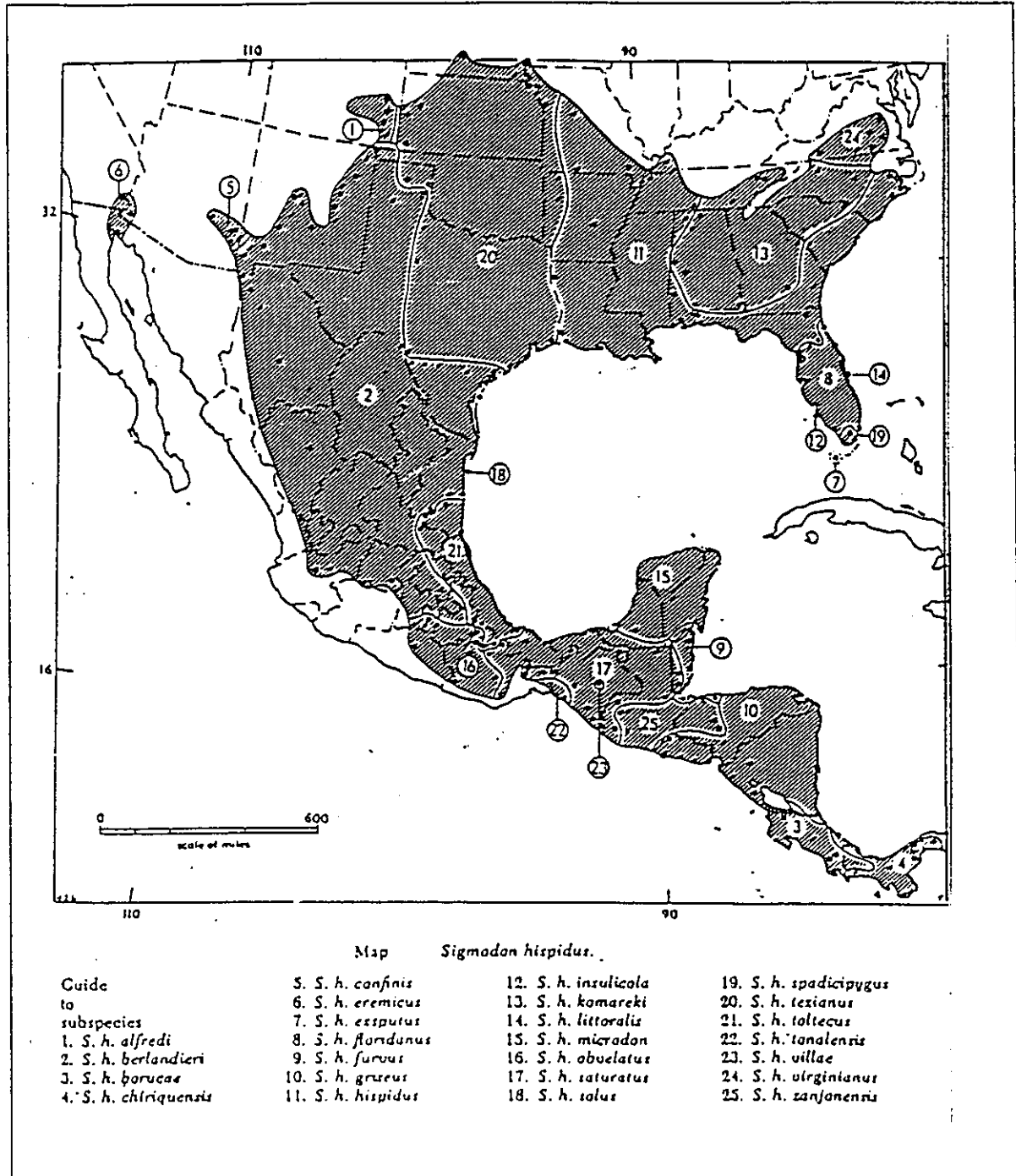
ANEXO 1

Mapa de Distribución de *Sigmodon hispidus* en América

En el mapa se muestra la distribución de *Sigmodon hispidus*, desde el sur de América del Norte hasta el norte de América del Sur. El área rayada es según Hall y Kelson (1959), y el área sin rayas es según Hershkovitz (1955).

ANEXO 2

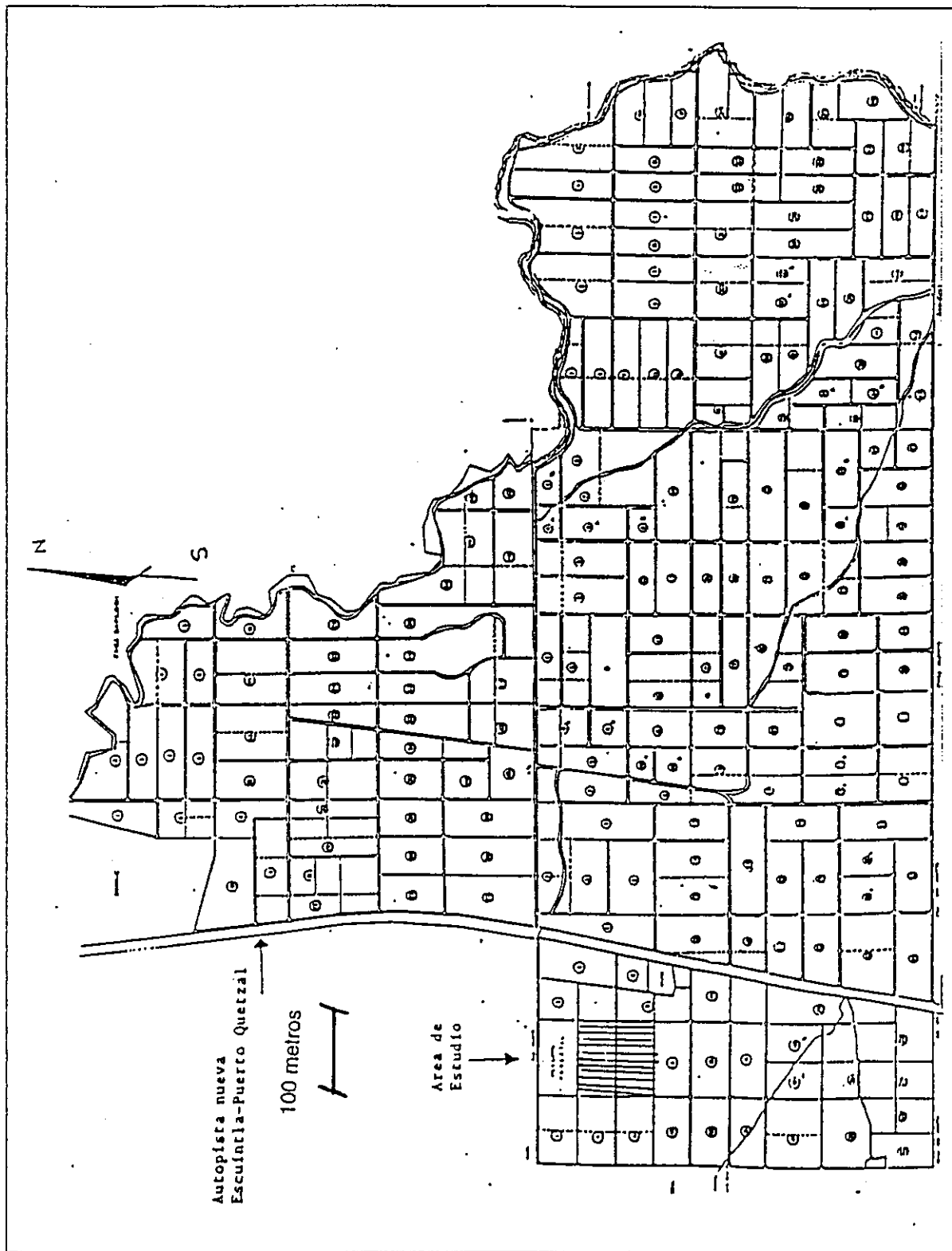
Mapa de Distribución de *Sigmodon hispidus* en
América del Norte y América Central



Mapa tomado de R. Hall (1981)²⁷ que muestra las 25 subespecies de *Sigmodon hispidus* en América.

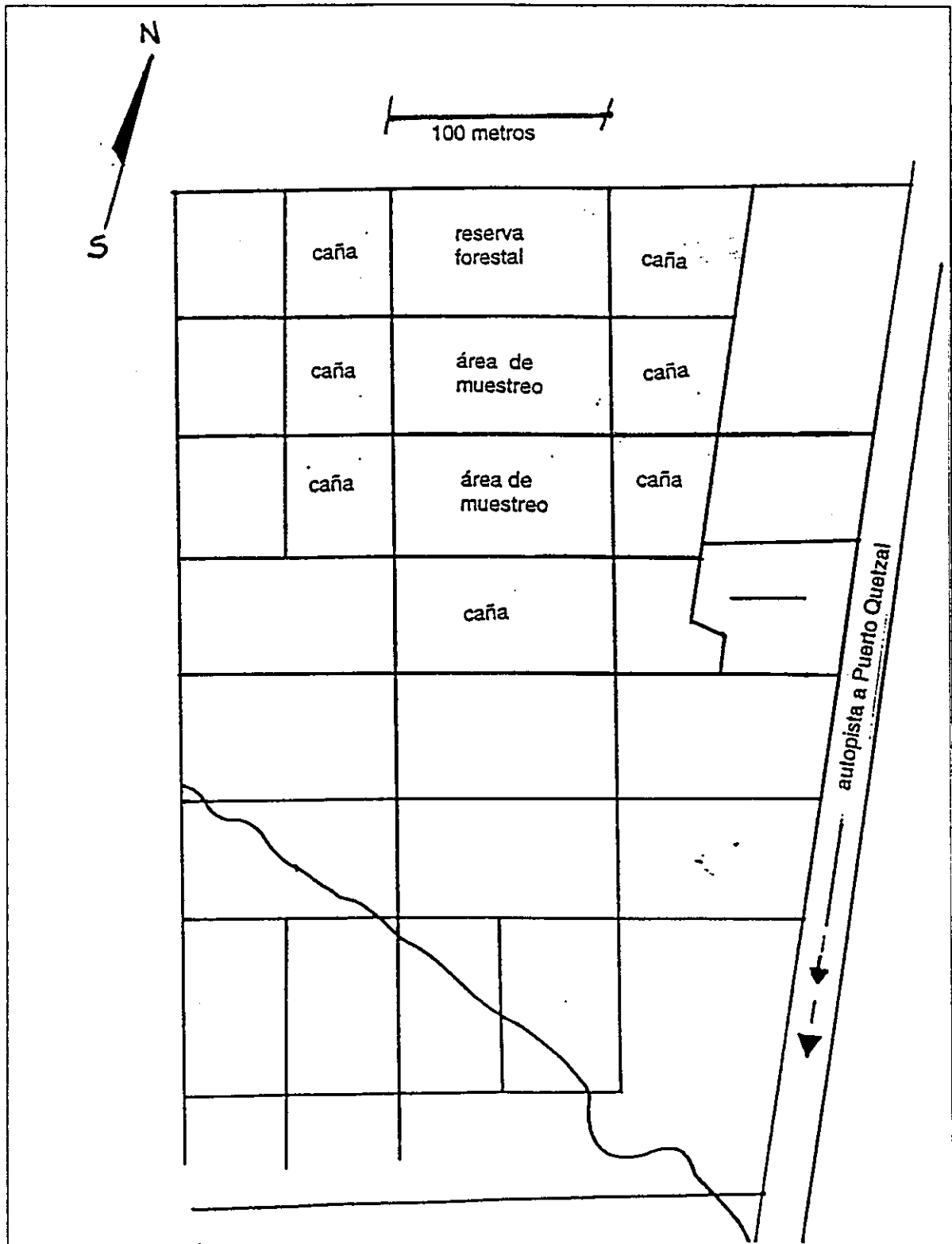
ANEXO 3

Mapa detallado de la Finca Bolivia



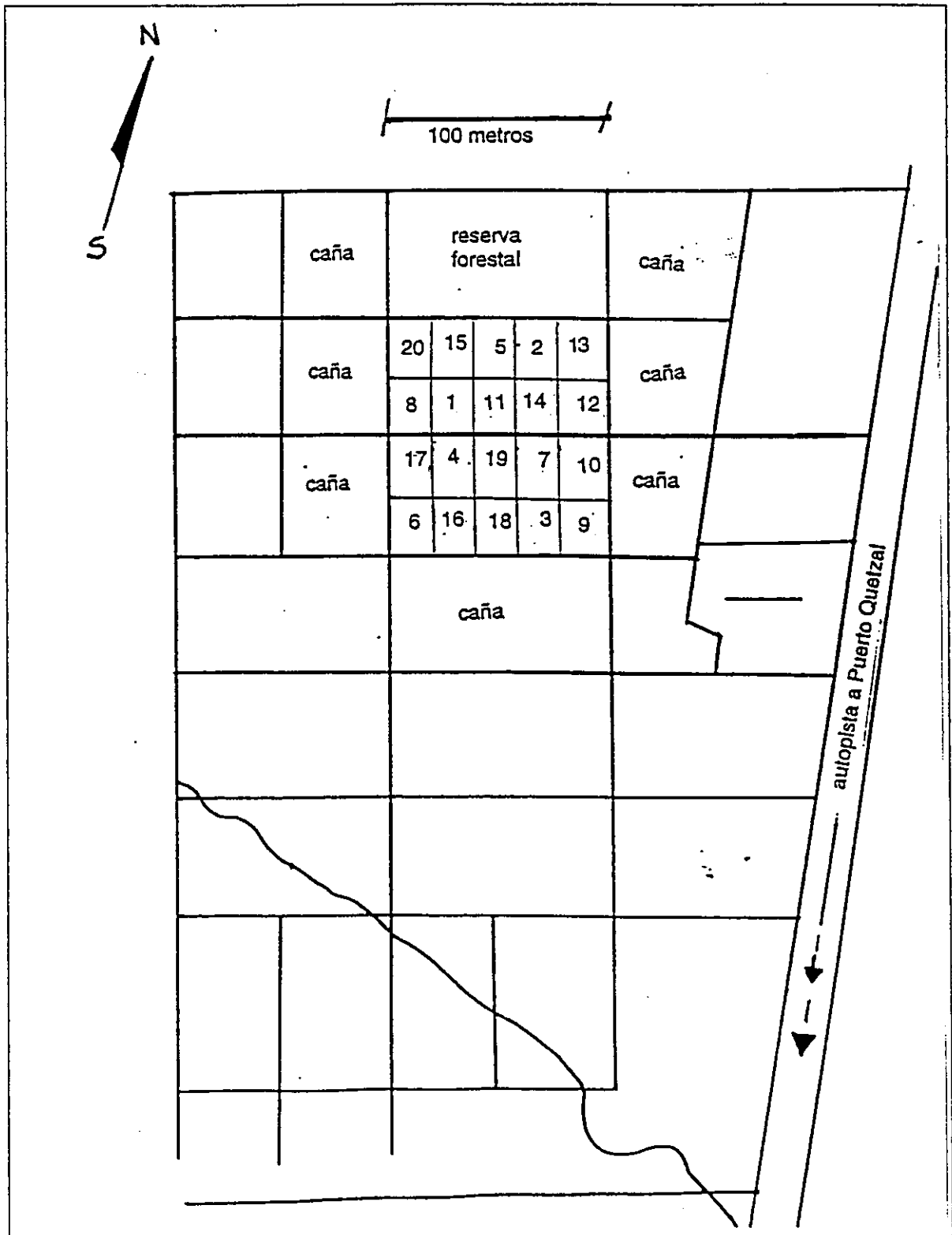
ANEXO 4

Mapa de Área de Estudio



ANEXO 5

Área Muestra con Manzanas Delimitadas



ANEXO 6

**31 Gráficas de Informe de Capturas
por Fecha de Trampeo**

Manzana Muestra # 1

Fecha: 14/02/92

Indice de Infestación: 2%

Infestación + escapadas: 3%

N ↑

# Trampa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										XX
3										
4									□	
5							XX			
6										
7										
8										
9										
10										

XX macho adulto
 XY hembra adulto
 xx macho joven
 xy hembra joven
 □ escapada
 □ muerta

N ↑

Manzana Muestra # 2

Fecha: 28/02/92

Indice de Infestación: 0%

Infestación + escapadas: 0%

Surco

# Surco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Trampa

XX macho adulto
XY hembra adulto
xx macho joven
xy hembra joven
 escapada
 muerta

N ↑

Manzana Muestra # 3

Fecha: 13/03/92

Indice de Infestación: 0%

Infestación + escapadas: 0%

Surco

# Surco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Trampa

XX macho adulto
XY hembra adulto
xx macho joven
xy hembra joven
 escapada
 muerta

N ↑

Manzana Muestra # 4

Fecha: 27/03/92

Indice de Infestación: 2%

Infestación + escapadas: 2%

Surco

# Trampa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Trampa

XX macho adulto
XY hembra adulto
xx macho joven
xy hembra joven
 escapada
 muerta

Manzana Muestra # 5

Fecha: 10/04/92

Indice de Infestación: 1%

Infestación + escapadas: 3%

N ↑

Surco

1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				

Trampa

XX macho adulto
 XY hembra adulto
 xx macho joven
 xy hembra joven
 escapada
 muerta

Manzana Muestra # 6

Fecha: 24/04/92

Indice de Infestación: 0%

Infestación + escapadas: 1%

N ↑

# Trampa	# Surco	XX macho adulto	XY hembra adulto	xx macho joven	xy hembra joven	□ escapada	□ muerta
1	1						
1	2						
1	3						
1	4						
1	5						
1	6						
1	7						
1	8						
1	9						
1	10						
2	1						
2	2						
2	3						
2	4						
2	5						
2	6						
2	7						
2	8						
2	9						
2	10						
3	1						
3	2						
3	3						
3	4						
3	5						
3	6						
3	7						
3	8						
3	9						
3	10						
4	1						
4	2						
4	3						
4	4						
4	5						
4	6						
4	7						
4	8						
4	9						
4	10						
5	1						
5	2						
5	3						
5	4						
5	5						
5	6						
5	7						
5	8						
5	9						
5	10						
6	1						
6	2						
6	3						
6	4						
6	5						
6	6						
6	7						
6	8						
6	9						
6	10						
7	1						
7	2						
7	3						
7	4						
7	5						
7	6						
7	7						
7	8						
7	9						
7	10						
8	1						
8	2						
8	3						
8	4						
8	5						
8	6						
8	7						
8	8						
8	9						
8	10						
9	1						
9	2						
9	3						
9	4						
9	5						
9	6						
9	7						
9	8						
9	9						
9	10						
10	1						
10	2						
10	3						
10	4						
10	5						
10	6						
10	7						
10	8						
10	9						
10	10						

N ↑

Manzana Muestra # 7

Fecha: 08/05/92

Indice de Infestación: 1%

Infestación + escapadas: 1%

XX macho adulto
 XY hembra adulto
 xx macho joven
 xy hembra joven
 escapada
 muerta

# Trampa	# Surco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1											
2											
3											
4											
5				XX							
6											
7											
8											
9											
10											

N ↑

N ↑

Manzana Muestra # 8

Fecha: 22/05/92

Indice de Infestación: 0%

Infestación + escapadas: 0%

Surco

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Trampa

XX macho adulto
XY hembra adulto
xx macho joven
xy hembra joven
 escapada
 muerta

N ↑

Manzana Muestra # 9

Fecha: 05/06/92

Indice de Infestación: 0%

Infestación + escapadas: 0%

# Surco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Trampa

XX macho adulto
XY hembra adulto
xx macho joven
xy hembra joven
 escapada
 muerta

Manzana Muestra # 10

Fecha: 19/06/92

Indice de Infestación: 3%

Infestación + escapadas: 6%

N ↑

Surco

1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Trampa

XX macho adulto
 XY hembra adulto
 xx macho joven
 xy hembra joven
 escapada
 muerta

XY

XX

XY

10

Manzana Muestra # 12

Fecha: 17/07/92

Indice de Infestación: 2%

Infestación + escapadas: 20%

XX macho adulto
 XY hembra adulto
 xx macho joven
 xy hembra joven
 escapada
 muerta

# Trampa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										<input type="checkbox"/>
3						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
4			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
5				xy		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
6					XY					<input type="checkbox"/>
7										<input type="checkbox"/>
8										<input type="checkbox"/>
9						<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
10						<input type="checkbox"/>				

N ↑

N ↑

Manzana Muestra # 13

Fecha: 31/07/92

Indice de Infestación: 0%

Infestación + escapadas: 0%

# Surco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Trampa

XX macho adulto
XY hembra adulto
xx macho joven
xy hembra joven
 escapada
 muerta

Manzana Muestra # 17

Fecha: 25/09/92

Indice de Infestación: 0%

Infestación + escapadas: 1%

XX macho adulto
 XY hembra adulto
 xx macho joven
 xy hembra joven
 escapada
 muerta

# Trampa	# Surco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

N ↑

N ↑

Manzana Muestra # 22

Fecha: 27/11/92

Indice de Infestación: 5%

Infestación + escapadas: 6%

Surco

# Trampa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2				XY						
3										
4										
5			XY			XY				
6					XY					
7					XY					
8										
9										
10										

XX macho adulto
XY hembra adulto
xx macho joven
xy hembra joven
 escapada
 muerta

N ↑

Manzana Muestra #: 24

Fecha: 25/12/92

Índice de Infestación: 0%

Infestación + escapadas: 0%

Surco

# Surco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Trampa

XX macho adulto
XY hembra adulto
xx macho joven
xy hembra joven
 escapada
 muerta

N ↑

Manzana Muestra # 25

Fecha: 08/01/93

Indice de Infestación: 0%

Infestación + escapadas: 0%

Surco

# Trampa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

XX macho adulto
XY hembra adulto
xx macho joven
xy hembra joven
 escapada
 muerta

N ↑

Manzana Muestra # 28

Fecha: 19/02/93

Indice de Infestación: 3%

Infestación + escapadas: 4%

Surco

# Trampa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4							□			
5					XY					
6										XX
7										
8										
9										
10										XY

XX macho adulto
XY hembra adulto
xx macho joven
xy hembra joven
□ escapada
□ muerta

N ↑

Manzana Muestra # 29

Fecha: 05/03/93

Indice de Infestación: 0%

Infestación + escapadas: 0%

Surco

# Surco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Trampa

XX macho adulto
XY hembra adulto
xx macho joven
xy hembra joven
 escapada
 muerta

N
↑

Manzana Muestra # 30

Fecha: 19/03/93

Indice de Infestación: 2%

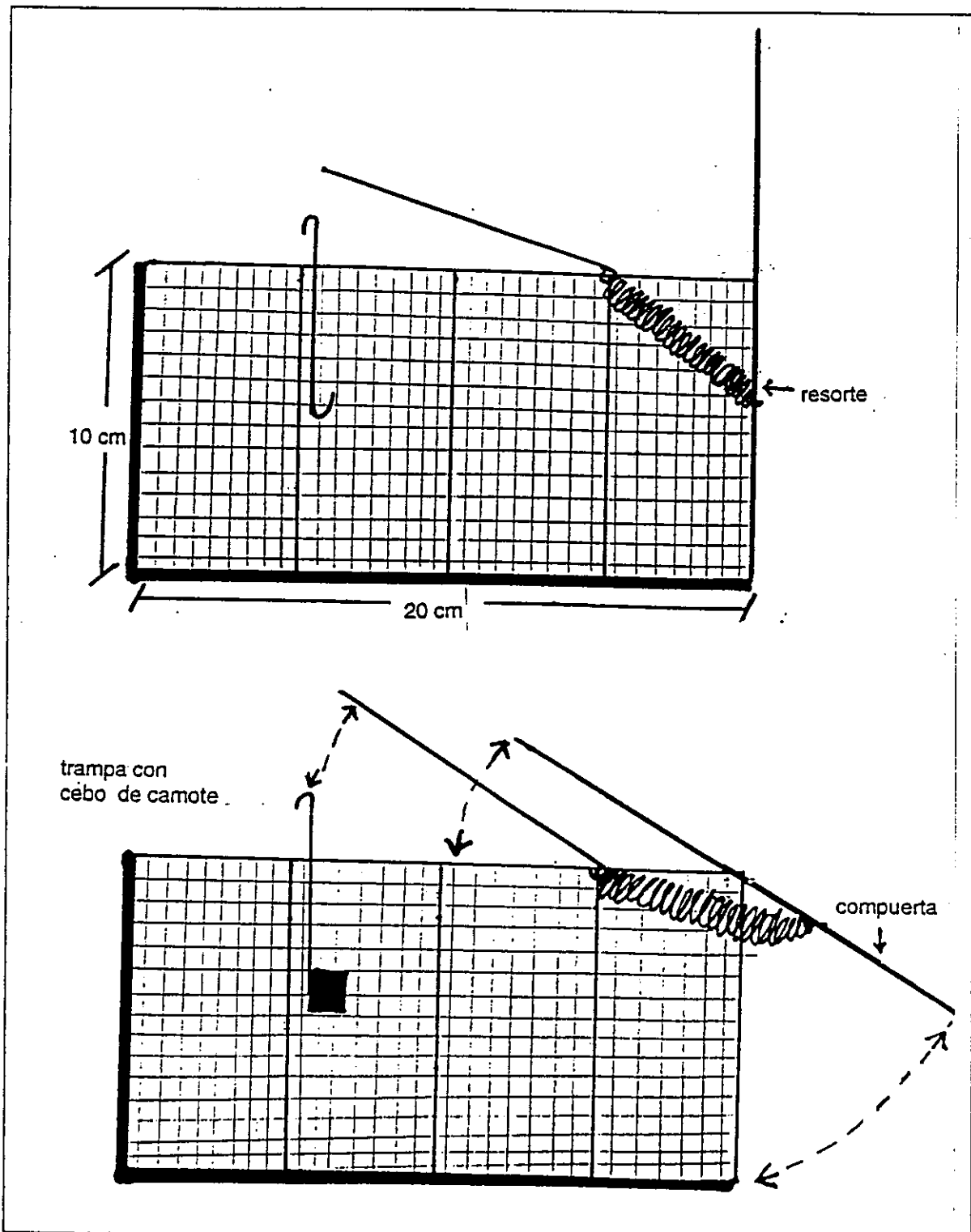
Infestación + escapadas: 4%

# Trampa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2							XY			
3										
4									□	
5										
6										
7										
8										
9								□	XX	
10										

XX macho adulto
XY hembra adulto
xx macho joven
xy hembra joven
□ escapada
□ muerta

ANEXO 7

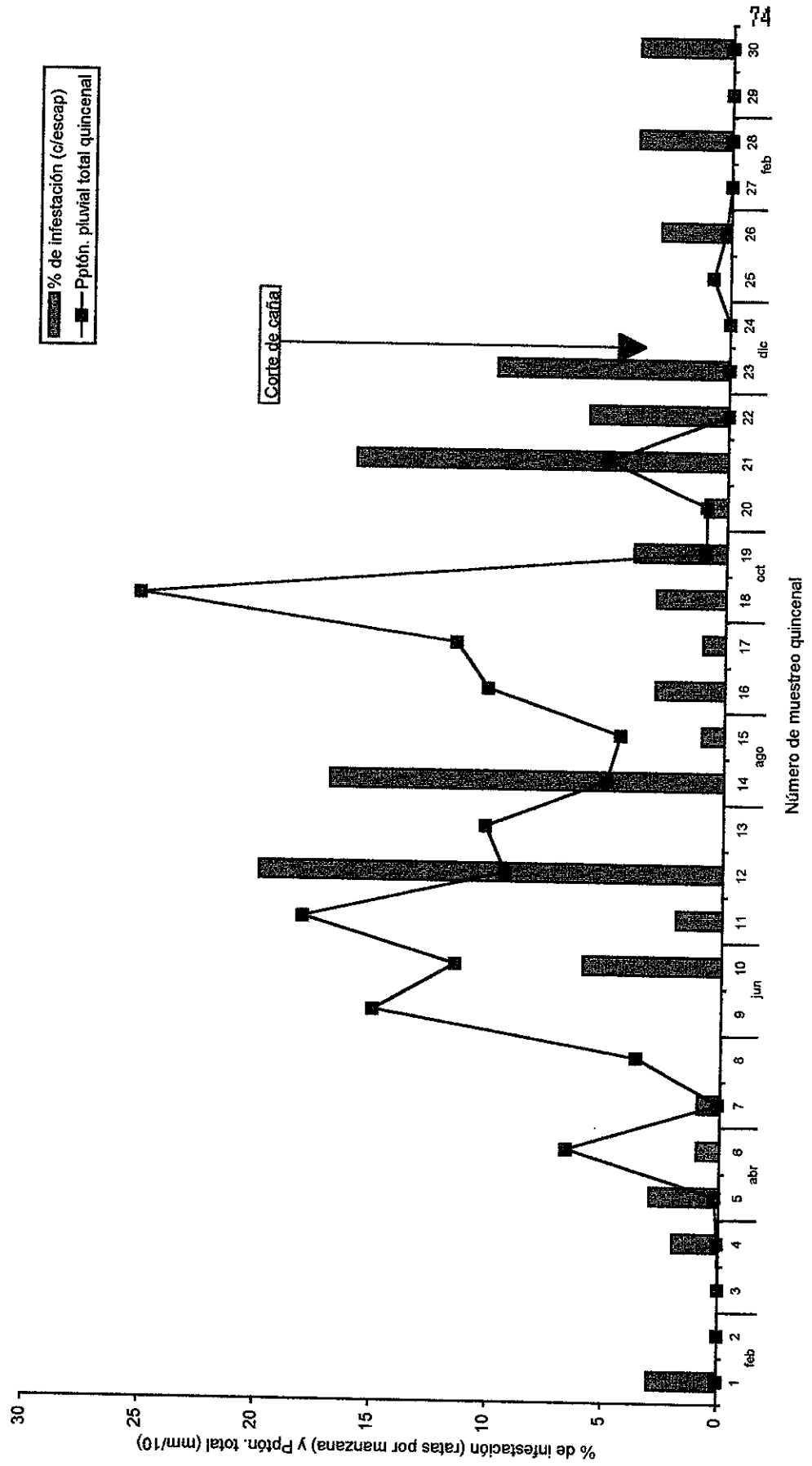
Esquemas de Trampa de Resorte Tipo Jaula



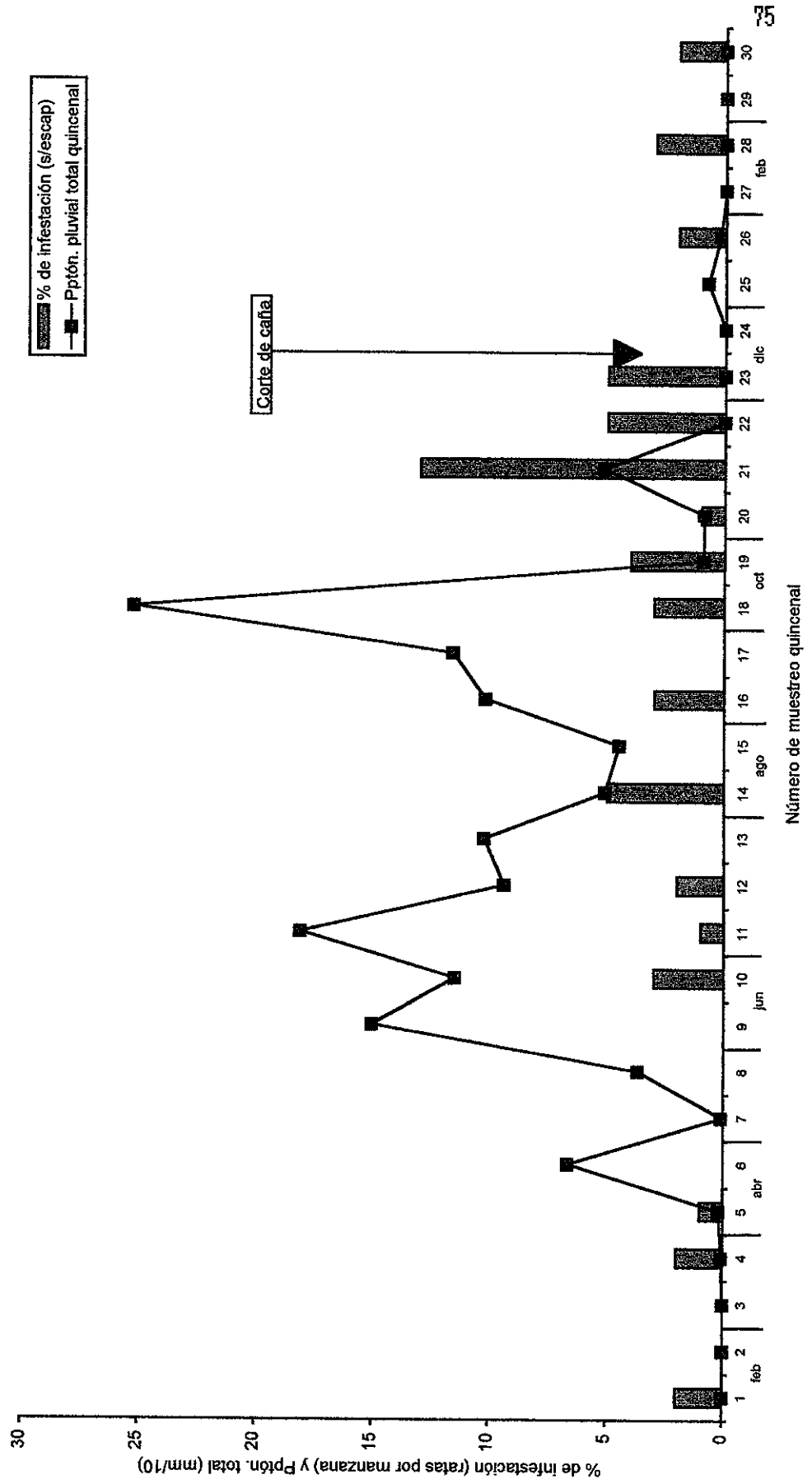
ANEXO 8

3 Gráficas con Fluctuación Quincenal del Índice de Infestación de la Rata Cañera y Precipitación Pluvial Total Quincenal, durante un Ciclo de Cultivo de Caña de Azúcar

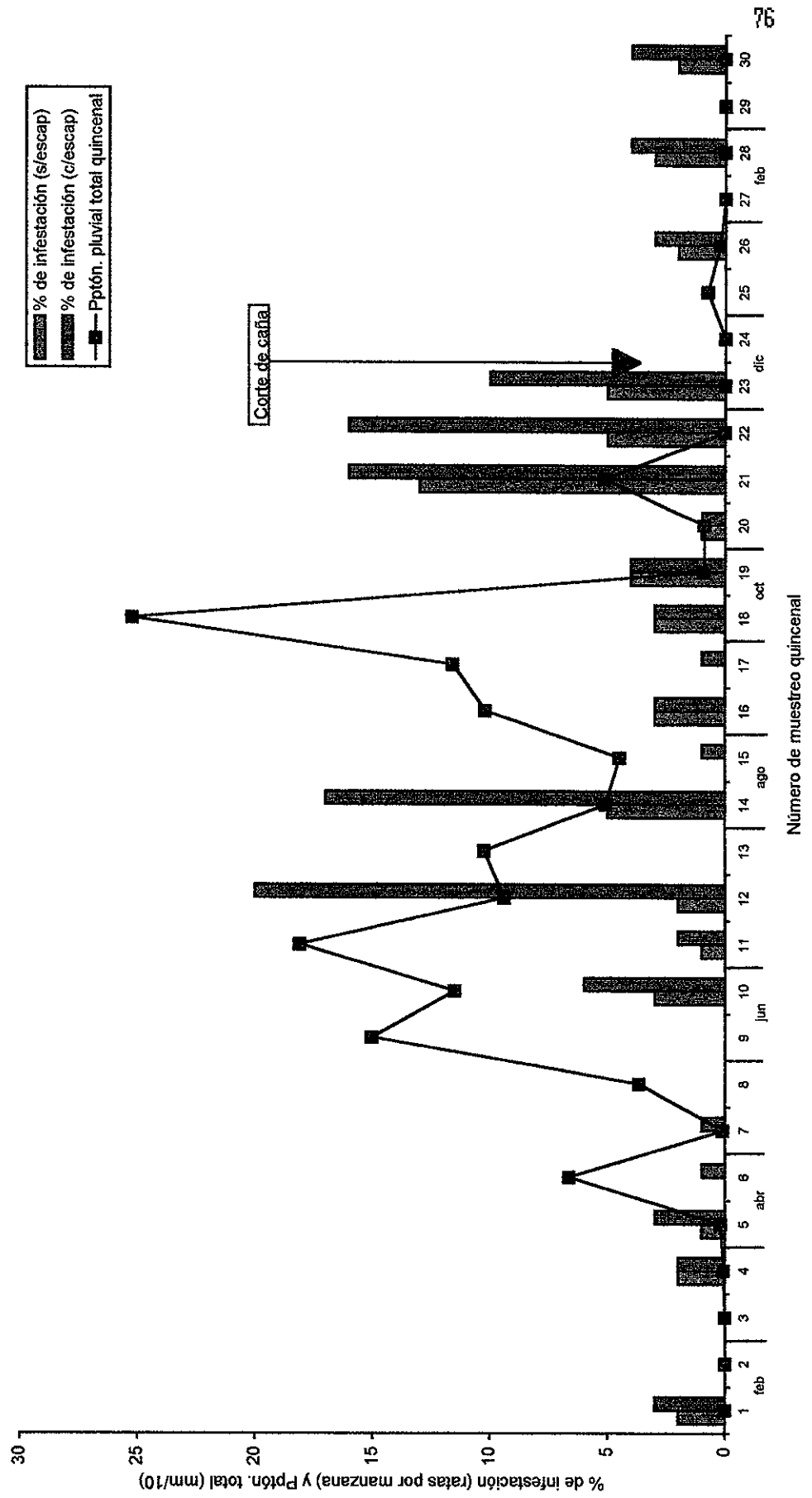
GRAFICA 1:
Fluctuación Quincenal del Índice de Infestación de la Rata Cañera (con escapadas) y Precipitación Pluvial Total Quincenal, durante un Ciclo de Cultivo de Caña de Azúcar

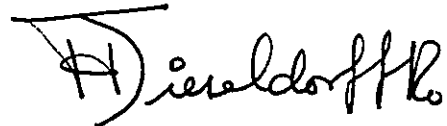


GRAFICA 2:
Fluctuación Quincenal del Índice de Infestación de la Rata Cañera (sin escapadas) y Precipitación Pluvial Total Quincenal, durante un Ciclo de Cultivo de Caña de Azúcar

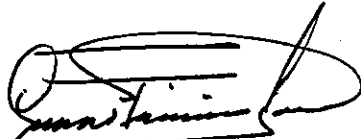


GRAFICA 3:
Fluctuación Quincenal del Índice de Infestación de la Rata Cañera y Precipitación Pluvial Total Quincenal,
durante un Ciclo de Cultivo de Caña de Azúcar

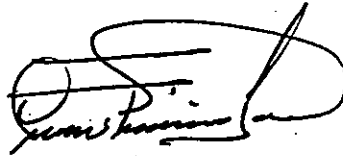




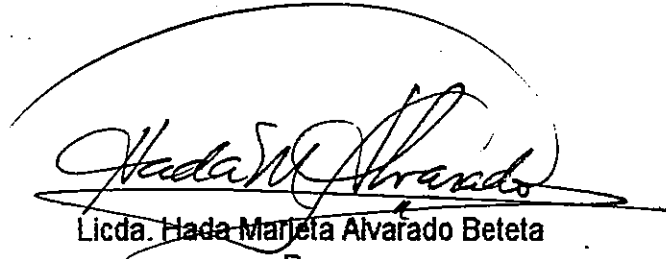
Franz Heinrich Dieseldorff Richter
Autor



Lic. Oscar Francisco Lara López M.Sc.
Asesor



Lic. Oscar Francisco Lara López M.Sc.
Director



Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta
Decana