

Nota técnica

APLICACIÓN DE UN FACTOR DE CORRECCIÓN EN LA ESTIMACIÓN DEL ÉXITO DE CAPTURA DE ROEDORES PLAGA

Javier Monge^{1/}, Carol Sánchez*

Palabras clave: Roedores; trampeo; *Sigmodon hirsutus*; *Mus musculus*; roedores plaga; vertebrados plaga.

Keywords: Rodents; trapping; *Sigmodon hirsutus*; *Mus musculus*; pest rodent; pest vertebrate.

Recibido: 03/02/14

Aceptado: 13/08/14

RESUMEN

Se analizó el efecto de un factor de corrección en la fórmula utilizada para estimar el éxito de captura de roedores, así como la duración del período de muestreo (1, 2 o 3 días) y el efecto de captura de roedores (como una sola especie o diferenciarlas). El factor de corrección consistió en considerar como media trampa a aquellas con un funcionamiento deficiente (trampas activadas sin cebo, desactivadas con o sin cebo, captura de una especie diferente a la de interés y trampas perdidas o removidas). El éxito de captura estimado fue de 3,67% y 3,85%, según la fórmula tradicional y la corregida, respectivamente, en uno de los sitios de estudio, con predominio de la especie *Sigmodon hirsutus*; y de 3,20 y 3,89% en el otro sitio, con predominio de *Mus musculus*. No se encontró diferencias significativas en la estimación del éxito de captura con el uso de una u otra fórmula, en ambos sitios de estudio. El muestreo de un día fue suficiente para estimar el éxito de captura (4,14%) ya que no hubo diferencias significativas con respecto al estimado con 2 días de muestreo (4,04%), o con 3 días (3,67%). En este caso, tampoco hubo diferencias significativas al identificar cada una de las especies de

ABSTRACT

Application of a correction factor in the estimate of the trapping success of pest rodents. The effect of adding a correction factor in the formula used to estimate the trapping success of rodents, as well as the duration of the period of sampling (1, 2 or 3 days) and the effect of considering rodents captured as a single species or by differentiating them, were examined. The correction factor involved considering those traps with poor performance as the average value (traps activated without bait, disabled with or without bait, catch of a species different from that of interest and traps lost or removed). Estimated trapping success was 3.67% and 3.85%, according to the traditional formula and the corrected version, respectively, in one of the study sites where the predominant species was *Sigmodon hirsutus*, and 3.20 and 3.89% in another site, with *Mus musculus* as the predominant species. No significant differences were found in the estimate of trapping success with the use of one or the other formula, in both study sites. Sampling for just one day was enough to estimate the trapping success (4.14%), since there were no significant differences compared to 2 days of sampling (4.04%) or 3

1 Autor para correspondencia. Correo electrónico: javier.monge@ucr.ac.cr

* Laboratorio de Plagas Vertebradas, Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos

(CIPROC), Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

roedores (3,67%), con respecto a si se considera todos los individuos capturados como una sola especie (3,88%). Los resultados obtenidos corresponden a una situación con relativa baja captura de roedores, así como al predominio de una especie de roedor con respecto a otras capturadas, por lo que conviene corroborarlos en una situación de mayor abundancia de roedores, como sería el caso cuando alcanzan la condición de plaga.

days (3.67%). Also, there were no significant differences when comparing the method to identify each species of rodents (3.67%) with the method to consider all individuals captured as a single species (3.88%). Our results correspond to a situation with a relatively low capture of rodents, as well as when there is a predominant species present, thus it would be convenient to corroborate these results in a situation of greater abundance of rodents, as would be the case when they reach the condition of plague.

INTRODUCCIÓN

El estudio de poblaciones animales, en particular para fines de manejo o control, implica el conocimiento de su tamaño, densidad o abundancia poblacional (Krebs 1989, Bailey 1984). Para ello se recurre a censos con conteos de todos los individuos, muestreos con conteos directos o bien a través del uso de índices que permitan estimar el tamaño de las poblaciones (Krebs 1985). Durante el desarrollo de investigaciones con poblaciones de animales en ambientes naturales, los resultados pueden ser influenciados por una serie de factores no controlados. Entre estos factores se encuentran aspectos climáticos, como la lluvia; y ambientales como la luz de la luna, interferencia de otros organismos que no son del objeto de estudio (Voss y Emmons 1996), así como factores humanos (Atkinson 1997).

Para estimar la población de especies animales, se ha utilizado como criterio el éxito de captura (King 1983, Singleton 1985, Beauvais y Buskirk 1999). El mismo propone que el valor obtenido es proporcional a la densidad de la población que se muestrea y que este valor del éxito de captura está determinado por la unidad de esfuerzo de muestreo (captura / esfuerzo) (Simonetti 1986, Kelt 1996). Dado que este método de estimación poblacional se basa en la cantidad de capturas logradas, se considera que

la eficacia de los dispositivos disminuye proporcionalmente ya que al activarse se vuelve disfuncional (Nelson y Clark 1973). Además, debe tenerse en cuenta la influencia de la activación de los dispositivos de captura por diferentes factores u organismos diferentes a la especie en estudio (Beauvais y Buskirk 1999).

Para roedores pequeños, ha sido necesario utilizar diferentes dispositivos de trapeo para conocer el estado de sus poblaciones. Las trampas más comunes son las de captura viva ("livetraps"), de golpe ("snaptraps") y de caída ("pitfall") (Nicolas y Colyn 2006). El éxito de captura ha sido ampliamente utilizado como un índice poblacional de roedores dañinos y en particular para determinar cuándo aplicar medidas de control en poblaciones de roedores plaga (Humbert 1968, Zamorano et ál. 1988).

En el campo agrícola, la especie de roedor más importante en la región mesoamericana es la rata de campo o cañera, *Sigmodon hirsutus* (anteriormente considerada como las poblaciones sureñas de *Sigmodon hispidus*), la cual ocasiona daños en cultivos de caña de azúcar, arroz, maíz, café, frijol, melón, piña, maní, sorgo y tomate, así como especies forestales, y ha sido estudiada en diferentes agroecosistemas (Ruiz 1983, Ruiz 1999, Monge 1992, Monge 2008, Lezama 1996). Otro roedor dañino, considerado una plaga urbana y doméstica, pero que también puede llegar ha

convertirse en plaga agrícola, es el ratón casero o bodeguero, *Mus musculus* (Monge 2009).

Dado que ese valor puede ser influenciado por diferentes factores que no representan un reflejo fiel de la abundancia poblacional de la especie objeto de estudio, el ajuste con un factor de corrección en la estimación de la abundancia poblacional, es importante ya que permitiría contar con información más precisa, para utilizarla como base para la toma de decisiones y acciones de control.

El factor de corrección busca reducir el efecto en la estimación de la abundancia poblacional de aquellos factores que reducen la funcionalidad esperada de las trampas, de tal manera que aquellas trampas que no lograron la captura de la especie de interés y que fueron activadas por factores biótico o abióticos se contabilicen en forma parcial y no como una trampa con funcionamiento completo durante el período de muestreo.

Los roedores representan uno de los grupos más importantes dentro de las especies vertebradas consideradas plaga (Stenseth et ál. 2003). Esto se debe a la variedad de especies involucradas, a la diversidad de ambientes en que son capaces de ocasionar daños y a la gran adaptabilidad para habitar en ambientes alterados por el ser humano (Marsh 1988, Elias y Fall 1988, Monge 2007). En América Central están presentes diferentes especies de roedores considerados dañinos, tales como ardillas, taltuzas, ratas y ratones (Monge 2009).

El objetivo del presente estudio fue evaluar los resultados obtenidos para la estimación de abundancias poblacionales de *Sigmodon hirsutus* y *Mus musculus*, por medio del método del éxito de captura con y sin la aplicación del factor de corrección con el propósito de establecer la relevancia de considerar la aplicación de dicho factor en el diagnóstico de poblaciones de roedores plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 2 sitios y sistemas de producción diferentes. Un primer sitio se

ubica en el distrito Santa Cecilia del cantón La Cruz, en la provincia Guanacaste (11°03'36"N y 85°24'58"O) a una elevación de 334 msnm. El período de muestreo se extendió de marzo de 2009 a marzo de 2010, en un cultivo de piña (*Ananas comusus*) para un total de 27 muestreos quincenales. La captura de roedores se realizó mediante trampas de golpe tamaño grande (17 x 8,5 cm), marca Victor®. Se utilizaron 7 lotes y las trampas se colocaron al borde de ambos lados de mayor longitud, con un distanciamiento de trampas de 10 m lineales, para un total de 134 trampas por noche de muestreo. Las trampas se activaron en horas de la tarde, aproximadamente a las 15:00 horas, y se revisaron aproximadamente a las 7:00 horas del día siguiente, lo cual fue realizado durante 3 noches consecutivas por quincena, para un total de 48 h de muestreo por quincena. Se utilizó como cebo un pequeño trozo (1-1,5 cm²) de piña, el cual se renovaba en caso de que el anterior se hubiera dañado, consumido o perdido. Durante las horas del día, de 7:00–15:00 horas, las trampas se mantuvieron desactivadas.

El segundo sitio de estudio fue la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM) de la Universidad de Costa Rica, ubicada en el distrito San José del cantón Central, en la provincia Alajuela (10°00'40"N y 84°16'37"O) a una elevación de 840 msnm. El período de muestreo se extendió de mayo de 2011 a mayo de 2012, en una granja avícola que tiene 12 galpones y algunas edificaciones dedicadas a bodegas de alimentos y de materiales y herramientas. Se utilizaron 53 trampas grandes de golpe por día de muestreo. Las trampas se colocaron entre las 7:00–8:00 horas y fueron revisadas cada 24 h, para un período de 48 h por quincena, con un total de 28 muestreos. El cebo empleado fue un pequeño trozo (1-1,5 cm²) de coco, el cual se sustituía después de cada período de 24 h.

Durante la revisión de las trampas, para cada una se anotó la condición en la que se encontraba, ya sea, con captura de algún roedor, identificándose en cada caso la especie, captura de especie no roedor, trampa activa con cebo, es decir, tal como se colocó al inicio del muestreo,

trampa activa sin cebo, trampa desactivada con o sin cebo y trampa perdida.

Para la estimación del éxito de captura se aplicaron 2 fórmulas. La fórmula 1 (EC_1) es la más comúnmente utilizada, con la cual se asume la funcionalidad de la totalidad de las trampas empleadas (Nelson y Clark 1973, McComb et ál. 1991, Woodman et ál. 1996).

Fórmula 1

$$EC_1 = (C/T) \times 100$$

EC: Éxito de captura en términos porcentuales.

C: Cantidad total de individuos capturados de una determinada especie, por muestreo. Si el muestreo está constituido por varios días, se considera la cantidad de capturas durante los días de muestreo.

T: Cantidad de trampas por muestreo. Si el muestreo lo constituye varios días o noches, la cantidad de trampas total se obtiene por la cantidad de trampas usadas multiplicada por la cantidad de días o noches.

La fórmula 2 (EC_2) calcula el éxito de captura a partir de un factor de corrección, el cual contabiliza en forma diferente aquellas trampas que redujeron su funcionalidad debido a trampas con captura de una especie diferente a la de estudio, trampa activa sin cebo, trampa desactivada con o sin cebo, y trampa perdida o removida (Theuerkauf et ál. 2011). Como no es posible determinar el momento exacto en el cual la trampa dejó de ser funcional, se considera el 50% de su funcionamiento pues se asume que la trampa funcionó en promedio la mitad del período de captura (Nelson y Clark 1973, Mills et ál. 1991).

Fórmula 2

$$EC_2 = C / (T - ((CNR + TASC + TD + TP) / 2)) \times 100$$

CNR: Cantidad de capturas de una especie diferente a la de estudio.

TASC: Cantidad de trampas activas sin cebo.

TD: Cantidad de trampas desactivadas con o sin cebo.

TP: Cantidad de trampas perdidas.

Las estimaciones de la abundancia poblacional con el uso de cada fórmula se compararon por medio de una prueba de Z, con un nivel de significancia de 0,05, para determinar el efecto del factor de corrección en la estimación de este parámetro poblacional. Dicha prueba también se utilizó para comparar el éxito de captura en función de la cantidad de días de muestreo, aplicado a los datos de Santa Cecilia de La Cruz.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el sitio Santa Cecilia de La Cruz, se realizó durante el período de estudio un esfuerzo de captura de 10 390 trampas/noche y se logró la captura de 2 especies de roedores: *Sigmodon hirsutus* con un total de 381 individuos, la cual fue la predominante y 22 individuos de *Oryzomys couesi*. También se capturó 27 murciélagos (Phyllostomidae), 6 zorros de 4 ojos (*Philander opossum*) juveniles, un conejo (*Sylvilagus floridanus*), 2 lagartijas y 2 aves no identificadas, para un total de 60 capturas correspondientes especies diferentes del roedor predominante.

Durante el período de muestreo realizado en la granja avícola de la Estación Experimental Fabio Baudrit, se aplicó un esfuerzo de captura de 2968 trampas/noche, que dio como resultado la captura de 95 individuos de la especie *Mus musculus*, y además se capturaron 2 especies más de roedores: *Rattus norvegicus* y *Sigmodon hirsutus*, con 5 y 4 individuos respectivamente. Otras especies fueron principalmente aves, pertenecientes a las familias Turdidae (16 individuos), Troglodytidae (3 individuos), Columbidae (3 individuos), Strigidae (1 individuo) e Icteridae (1 individuo); así como la captura de un reptil perteneciente a la familia Iguanidae.

Cantidad de trampas con funcionalidad deficiente

Entre las causas reportadas como funcionamiento deficiente para Santa Cecilia de La Cruz se encuentra: a) 305 trampas activadas sin cebo, posiblemente por la acción de insectos, principalmente hormigas, dado que en

diversas ocasiones se observó que al poco tiempo de colocación de las trampas, las hormigas se hicieron presentes; b) 321 trampas desactivadas sin cebo y c) 240 trampas desactivadas con cebo. En éstas 2 últimas se supone la acción de animales grandes o medianos como mapaches, zarigüeyas u otros de similar tamaño (Layne 1987), así como el efecto de la lluvia principalmente si ésta fue abundante, mala colocación de la trampa por parte del usuario o bien por el inicio del deterioro de las trampas que permiten su rápida desactivación; d) 73 trampas perdidas y e) 3 trampas con hormigas, para un total de 942 trampas. Si a estas trampas se le adiciona las 60 capturas de especies diferentes a la de roedor predominante, se tendría un total de 1002 de trampas con funcionamiento deficiente, lo que representa un 9,6% del total de trampas colocadas. El resto de las trampas (9007) corresponde a aquellas trampas activadas y que aún mantenían el cebo, es decir se encontraban tal como se les dejó al inicio del muestreo. Los inconvenientes en el trampeo de mamíferos pequeños por factores bióticos o abióticos han sido referidos en diferentes estudios, evidenciándose algunos factores como la acción de hormigas, captura de especies diferentes a la de interés, la lluvia o la luz de la luna (Chabreck et ál. 1986, Simonetti 1986, Voss y Emmons 1996 y Mitchell et ál. 1996).

Dentro de las causas que generaron reducción en la funcionalidad de las trampas empleadas en la Estación Experimental Fabio Baudrit, se registró un total de 713 trampas que a pesar de permanecer activas se encontraron sin cebo o éste había sido consumido parcialmente por algún insecto, 288 trampas que fueron desactivadas durante la sesiones de muestreo por algún factor no determinado, 11 trampas fueron removidas y 34 trampas presentaron la captura de otras especies distintas a la especie predominante. Al considerar las trampas que capturaron especies de roedores diferentes a *M. musculus*, se obtiene un total de 1046 trampas con funcionalidad deficiente, lo que representa un 35,2% del total de trampas colocadas.

Estimación de éxito de captura

El éxito de captura según la fórmula sin factor de corrección, como si todas las trampas hubieran funcionado adecuadamente, en el sitio Santa Cecilia de La Cruz sería:

$$EC_1 = 381 / 10390 \times 100 = 3,67\%.$$

A su vez, al utilizar la fórmula 2, la cual considera un factor de corrección basado en la contabilización de las trampas con funcionamiento deficiente como media trampa, o con el funcionamiento de la mitad del período de muestreo, se obtiene un estimado de:

$$EC_2 = 381 / 10390 - (1002 / 2) \times 100 = 3,85\%.$$

Estos resultados muestran que no hay diferencias significativas con el uso de una u otra fórmula ($z=0,6733$, $p=0,5$), por lo que el aporte de factor de corrección no fue importante, dado el éxito de captura logrado en este sitio.

Con respecto a los datos de la Estación Experimental Fabio Baudrit se obtuvo el siguiente éxito de captura:

$EC_1 = 95 / 2968 \times 100 = 3,20\%$, y con la fórmula con factor de corrección de:

$$EC_2 = 95 / 2968 - (1046 / 2) \times 100 = 3,89\%.$$

De igual manera para este sitio de estudio, tampoco se presenta una diferencia significativa con el uso de una o otra fórmula ($z=1,3603$, $p=0,17068$).

La diferencia entre los valores estimados de éxito de capturas entre fórmulas fue de 0,18% para Santa Cecilia de La Cruz y de 0,69% para la Estación Experimental Fabio Baudrit.

Aun cuando se consideren que estas diferencias son pequeñas y que por lo tanto, el uso de una u otra fórmula no afectaron la estimación de la abundancia, es conveniente tener presente las posibles causas de funcionamiento deficiente y reducir al máximo sus efectos. Así por ejemplo, las trampas activadas sin cebo, por la posible acción de los insectos que son capaces de

consumirlo, sin tener el peso suficiente para activar la trampa, representaron en Santa Cecilia de la Cruz un 2,93% de la cantidad de trampas colocadas. Sin embargo, en sitios con problemas con insectos principalmente con hormigas, su efecto podría ameritar alguna medida para aumentar la eficiencia del sistema de muestreo de roedores. Se han realizado diferentes ensayos para reducir el efecto de las hormigas que consumen el cebo o bien que dañan por depredación a los especímenes capturados y a su vez, se han evaluado el efecto de estas medidas en la eficacia de captura de mamíferos pequeños (Chabreck et ál. 1986, Gettinger 1990, Mitchell et ál. 1996). En cuanto a las trampas que fueron desactivadas y que no tenían el cebo, su efecto fue similar a la causa anterior ya que representó un 3,09%.

Para el caso de la Estación Experimental Fabio Baudrit, la importancia de las causas varía, ya que el principal factor fue el de trampas activadas sin cebo, situación atribuida al efecto de insectos, que en este caso representa un 24% del total de trampas colocadas, cuyo valor indica que amerita implementar alguna acción para reducir su efecto. Seguidamente se encuentra el efecto de trampas que fueron desactivadas en un 9,67%.

En cuanto a la captura de especies diferentes a la de estudio, aún cuando en este caso solo alcanzan el 0,6% y 1,1% en Santa Cecilia de la Cruz y la Estación Experimental Fabio Baudrit respectivamente, siempre es conveniente tomar las previsiones necesarias para no afectar a esas especies. En este sentido, es conveniente colocar sobre las trampas algún cobertor que impida a otras especies accederlas, de tal manera que los estudios o las medidas de control de roedores basadas en el uso de trampas, no afecten innecesariamente a otras especies de fauna del sitio de estudio. En estos casos debe asegurarse que el cobertor que se coloque sobre la trampa no afecte su funcionamiento y a su vez, no represente un impedimento para que los roedores lleguen hasta las trampas.

Las diferencias que se pueden presentar con el uso de una u otra fórmula dependen de la proporción de trampas con funcionamiento

deficiente y la cantidad de capturas. Al realizar estimaciones simuladas con diferente cantidad de trampas con funcionamiento deficiente y cantidad de capturas, se obtuvo que la diferencia máxima en la estimación de éxito de capturas con estas fórmulas puede llegar hasta un 17,16%, situación que ocurre cuando se tiene 60% de trampas con funcionamiento deficiente y se logra la captura de individuos en un 40% de las trampas, que representa una proporción constante sin importar la cantidad total de trampas utilizadas.

Duración del período de muestreo

En Santa Cecilia de La Cruz, sitio en donde los muestreos estuvieron constituidos por 3 noches consecutivas de muestreo, el éxito de captura promedio al aplicar la fórmula sin factor de corrección para el primer día de muestreo fue de $4,14 \pm 2,61$, con valores mínimos y máximos 0,75 y 9,70%. Al considerar los 2 primeros días de muestreo, el éxito de captura promedio fue de $4,04 \pm 1,84$, con valores extremos de 1,12 y 8,58%, mientras que para los 3 días de muestreo fue de $3,67 \pm 1,52$ con valores extremos de 1,24 y 7,21. Estos valores indican que no hay diferencias significativas en función de la duración del muestreo de 1 o 2 días de muestreo ($z=0,2416$, $p=0,81034$) o entre 1 y 3 días de muestreo ($z=1,2160$, $p=0,22246$).

Datos similares se presentan con el uso de la fórmula con factor de corrección, en donde se obtuvo valores promedio de éxito de captura para el primer día de $4,34 \pm 2,71$, y de $4,22 \pm 1,89$ y $3,85 \pm 1,55$, para los 2 primeros días y los 3 días, respectivamente. Los valores mínimos y máximos para esos mismos períodos fueron de 0,78 y 10,20; 1,19 y 8,86 y 1,34 y 7,46%, respectivamente. De esta manera se observa que la duración del muestreo en términos de cantidad de días, no difirió significativamente, por lo que para fines de obtener un conocimiento del estado comparativo de las poblaciones basado en el éxito de captura, bastó con un solo día de muestreo.

Al comparar el éxito de captura del primer día con respecto al de los primeros 2 días, es decir, la sumatoria del éxito de captura del

primer y segundo día, en los diferentes muestreos de referencia con la fórmula sin factor de corrección, se observa que no hay una tendencia clara de mayor o menor éxito de captura, ya que, en 11 muestreos el valor del muestreo del primer día es superior al de los 2 primeros días, 14 fue superior para los 2 primeros días, y en 2 ocasiones fue igual. De igual manera, al comparar los muestreos de los 2 primeros días, con respecto al de 3 días consecutivos, hay una disminución del éxito de captura en 17 de los muestreos, mientras que en 10 hubo un aumento.

Reconocimiento de diferentes especies de roedores

Con respecto a la identificación de las diferentes especies de roedores, la captura y reconocimiento de especies diferentes a la predominante, no tuvo efectos en la estimación del éxito de captura, y por ende una distinta toma de decisiones de manejo. En el caso de Santa Cecilia de La Cruz, al estimar el éxito de captura sin diferenciar las especies de roedores, se tiene que al asumirla como una sola especie, es 3,88% al usar la fórmula sin corrección y de 4,06% con el factor de corrección. Estos valores son similares a los indicados anteriormente de 3,67 y 3,85%, lo cual puede deberse a la predominancia de una especie y a la relativa baja captura en general, situación que podría diferir si el predominio de una especie no fuera tan marcado.

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que el factor de corrección aplicado a la fórmula de estimación del éxito de captura no implicó un efecto importante con respecto al uso de la fórmula convencional. Con respecto a la duración del muestreo, fue suficiente un día de muestreo, ya que no se evidencian diferencias significativas si se estima el éxito de captura con 2 o 3 días de muestreo. La estimación del éxito de captura a partir de la diferencia entre las especies de roedores capturados, no difirió del resultado al considerar como si todos los individuos fueran de una sola especie. Estas conclusiones pueden ser consideradas como válidas para los sitios y momentos de estudio, sin embargo, no

necesariamente serían válidas para otras situaciones, por ejemplo cuando las poblaciones de roedores son abundantes como es el caso de una especie de roedor se encuentra en condición de plaga, o bien cuando el predominio de una especie de roedor no es tan marcado sobre otra especie, situación particularmente importante cuando no todas las especies de roedores presentes fueran dañinas para el sistema de producción.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica y a la Fundación Programa de Desarrollo de la Zona Norte (Fundación PROAGROIN) por el apoyo financiero para el desarrollo de las labores de campo. De igual manera, agradecen al Sr. Freddy Osegüera por su colaboración en la toma de datos, a los productores de piña de Santa Cecilia de La Cruz y al Ing. Juan Solano (Convenio UCR-MAG) por permitir el acceso a sus áreas de producción y a la granja avícola de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- ATKINSON R.P.D. 1997. Practical aspects of trapping small mammals in the tropics. *J. Zool. Lond.* 242:390-394.
- BAILEY J.A. 1984. Principles of wildlife management. John Wiley & Sons. USA. 373 p.
- BEAUVAIS G., BUSKIRK S. 1999. Modifying estimates of sampling effort to account for sprung traps. *Wildlife Society Bulletin* 27:39-43.
- CHABREK R.H., CONSTANTIN B.U., HAMILTON R.B. 1986. Use of chemical ant repellents during small mammals trapping. *The Southwestern Naturalist* 31:109-110.
- ELIAS D.J., FALL M.W. 1988. The rodent problem in Latin America, pp. 13-28. In: I. Prakash (ed.). *Rodent pest management*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- GETTINGER R.D. 1990. Effects of chemical insect repellent on small mammals trapping yield. *Am. Midl. Nat.* 124:181-184.
- HUMBERT R. 1968. *The growing of sugar cane*. Elsevier Publishing Co. Nueva York. 779 p.
- KELT D. 1996. Ecology of small mammals across a strong environmental gradient in southern South America. *J. of Mamm.* 77:205-219.

- KING C.M. 1983. The relationships between Beech (*Nothofagus* sp.) seedfall and populations of mice (*Mus musculus*) and the demographic and dietary responses of stoats (*Mustela erminea*) in three New Zealand forest. *Journal of Animal Ecology* 52:141-166.
- KREBS C.J. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. 2ª ed. Editorial Harla S.A. de C.V. México. 753 p.
- KREBS C.J. 1989. Ecological methodology. Harper & Row, Publishers. New York, USA. 654 p.
- LAYNE J.N. 1987. An enclosure for protecting small mammals traps from disturbance. *J. Mamm.* 68:666-668.
- LEZAMA M. 1996. Roedores asociados al cultivo del arroz de riego: su relación con el microhábitat y movimiento interparcelas y uso de perchas artificiales por aves rapaces como elemento de control biológico. Tesis de maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 97 p.
- MARSH R.E. 1988. Rodent problems on the North American Continent, pp. 1-11. In: I. Prakash (ed.). *Rodent pest management*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- MCCOMB W., ANTHONY R., MCGARIGAL K. 1991. Differential vulnerability of small mammals and amphibians to two trap types and two baits in Pacific Northwest forests. *Northwest Science* 65:109-115.
- MILLS J., ELLIS B., MCKEE K., MAIZTEGUI J., CHILDS J. 1991. Habitat associations and relative densities of rodent populations in cultivated areas of central Argentina. *J. Mamm.* 72:470-479.
- MITCHELL M.S., LANCIA R.A., JONES E.J. 1996. Use of insecticide to control destructive activity of ants during trapping of small mammals. *J. Mamm.* 77:1107-1113.
- MONGE J. 1992. Características poblacionales y uso del hábitat de la rata de la caña (*Sigmodon hispidus*) en Cañas, Guanacaste, Costa Rica. Tesis de maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 92 p.
- MONGE J. 2007. ¿Qué son plagas vertebradas? *Agronomía Costarricense* 31(2):111-121.
- MONGE J. 2008. Estructura poblacional y actividad reproductiva de la rata de campo (*Sigmodon hirsutus*) durante un ciclo de producción de maní (*Arachis hypogaea*) en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 32(2):161-167.
- MONGE J. 2009. Roedores plaga de América Central. Editorial UCR. San José, C.R. 150 p.
- NELSON L., CLARK E. 1973. Correction for strung traps in catch/effort calculations of trapping results. *J. Mamm.* 54:295-298.
- NICOLAS V., COLYN M. 2006. Relative efficiency of three types of small mammals in an African rainforest. *Belg. J. Zool.* 136:107-111.
- RUIZ A.M. 1983. Observaciones ecológicas de *Sigmodon hispidus* en áreas de cultivo de caña de azúcar del Ingenio Taboga, S.A, Cañas, Guanacaste. Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 63 p.
- RUIZ J.R. 1999. Evaluación de la efectividad de dos dosificaciones de brodifacouma para el control de la rata cañera (*Sigmodon hispidus*) en cultivos de caña de azúcar. Tesis de maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 36 p.
- SIMONETTI J. 1986. On the assessment of trapping success. *Acta Theriologica* 31:171-175.
- SINGLETON G.R. 1985. Population dynamics of *Mus musculus* and its parasites in Mallee Wheatlands in Victoria during and after a drought. *Aust. Wildl. Res.* 12:437-445.
- STENSETH N.C., LEIRS H., SKONHOF A., DAVIS S.A., PECH R.P., ANDREASSEN H.P., SINGLETON G.R., LIMA M., MACHANGU R.M., MAKUNDI R.H., ZHANG Z., BROWN P.B., SHI D., WAN X. 2003. Mice and rats: the dynamics and bio-economics of agricultural rodent pests. *Front Ecol Environ* 1(7):367-375.
- THEUERKAUF J., ROUYS S., JOURDAN H., GULA R. 2011. Efficiency of a new reverse-bait trigger snap trap for invasive rats and a new standardized abundance index. *Annales Zoologici Fennici* 48:308-318.
- VOSS R.S., EMMONS L.H. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: A preliminary assessment. *Bull. American Museum of Natural History* 230:1-115.
- WOODMAN N., TIMM R., SLADE N., DOONAN T. 1996. Comparison of traps and baits for censusing small mammals in Neotropical lowlands. *J. Mamm.* 77:274-281.
- ZAMORANO E., PALOMO L., VARGAS J. 1988. La rata negra (*Rattus rattus* Lineo, 1758) como plaga de los cultivos ibéricos de caña de azúcar. Detección, estima y control de los daños ocasionados. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 14:227-240.



Todos los derechos reservados. Universidad de Costa Rica. Este artículo se encuentra licenciado con Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica. Para mayor información escribir a rac.cia@ucr.ac.cr