

NOTAS

DENSIDAD POBLACIONAL DE LA ARDILLA GRIS DEL PACIFICO (*Sciurus colliaei*) EN UN BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DE JALISCO

SALVADOR MANDUJANO

*Departamento de Ecología y Comportamiento Animal, Instituto de Ecología A.C.,
Apartado Postal 63, Xalapa, Veracruz 91000, MÉXICO.
(Correo electrónico: mandujan@sun.ieco.conacyt.mx)*

Palabras clave: ardilla gris del Pacífico, bosque tropical caducifolio, densidad poblacional, *Sciurus colliaei*, tasa de observación.

La ardilla gris del Pacífico (*Sciurus colliaei*) es una especie endémica de México que se encuentra a lo largo de la vertiente del Pacífico desde el sur de Sonora hasta Colima (Hall, 1981). Los trabajos de Leopold (1965), Ceballos y Miranda (1986) y Best (1995b) describen los escasos aspectos conocidos de la historia natural de esta especie. Por lo tanto, es importante rescatar información que permita incrementar el conocimiento de *S. colliaei*, en particular y de la conservación de la biodiversidad de mamíferos en el bosque tropical caducifolio, en general (Ceballos y García, 1995). En esta nota presento estimaciones de la densidad poblacional por el método de conteo en transectos de línea y la tasa de observación de esta ardilla en el bosque tropical caducifolio de la región de Chamela, Jalisco.

Las observaciones las realicé en la Estación de Biología Chamela, de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicada en la costa suroeste del estado de Jalisco, México (19°30'N y 105°00'O; altitud 30-500 m). La temperatura media anual es 25°C y la precipitación anual de 748 mm, con el 80% de las lluvias entre julio y octubre (Bullock, 1986). La vegetación dominante es un bosque tropical caducifolio con una altura de 4 a 15 m. A lo largo de los arroyos principales se desarrolla el bosque tropical subcaducifolio, cuya altura es de 10 a 25 m (Lott *et al.*, 1987). La marcada estacionalidad de las lluvias tiene como consecuencia una época húmeda y una seca muy contrastantes, lo cual afecta la fenología de las plantas (Lott *et al.*, 1987). Se presentan dos picos de fructificación durante el año, de julio a agosto, y de febrero a la primera quincena de abril (Bullock y Solís-Magallanes, 1990). Lo anterior tiene importancia para *S. colliaei* que en su dieta incluye frutos (Ceballos, 1989).

Para estimar la densidad poblacional apliqué el método de conteo directo de animales en transectos a lo largo de caminos de terracería (Mandujano, 1994). Si bien la ubicación de los transectos debe ser aleatoria, lo denso de la vegetación del sotobosque no permitió el establecimiento de transectos al azar en cada período de muestreo. Sin embargo, el aspecto importante es que los transectos no deben tener ningún efecto de atracción o repulsión sobre las ardillas; es decir, debe haber una independencia de los animales respecto al transecto (Burnham *et al.*, 1980). Si bien no tengo datos cuantitativos para confirmar este aspecto, es muy probable que los caminos no tengan ningún efecto de atracción ya que los árboles que pudieran representar algún recurso para la ardilla no están agregados en los caminos. Tampoco habría un efecto de rechazo ya que el tránsito humano sobre los caminos de terracería es mínimo, además es factible que las ardillas puedan trasladarse de un lado a otro del camino a través del dosel. Estos transectos los empleé durante un estudio sobre el venado cola blanca (Mandujano, 1992; Mandujano y Gallina, 1993, 1995).

Aproximadamente, el 74% del largo total de los caminos atraviesa el bosque tropical caducifolio y el 26% el bosque tropical subcaducifolio. Los muestreos los realicé de 1989 a 1992 durante las épocas de lluvias y de secas. El transecto lo definí como la suma total del largo de cada camino recorrido durante cada mes. El largo total del transecto varió de 6 a 11 km con un promedio de 9.1 km en cada mes de muestreo. El transecto lo recorrí a pie entre las 0700 y 1900 h, 2 ó 3 veces durante cada mes de muestreo. Traté de que la intensidad del muestreo fuera la misma en todos los caminos; sin embargo, la intensidad de muestreo no fue la misma respecto a la hora. El mayor esfuerzo de muestreo fue entre las 0700-1300 h y 1600-2000 h; del total de ardillas observadas, el 87% fue durante estas horas. Una vez detectada una ardilla, medí con un medidor óptico su distancia perpendicular al centro del transecto (0-5, 6-10, 11-20, y 21-30 m) considerando la posición del animal en proyección vertical al suelo. Dado el bajo número de individuos detectados y su ubicación a lo largo de los caminos durante cada mes de muestreo, es posible que no haya contado más de dos veces al mismo individuo.

Para estimar la densidad (D , ardillas/km²) apliqué dos métodos: el transecto de franja y el transecto de línea (Burnham *et al.*, 1980). Para el primer caso apliqué la fórmula $D = n/2wL$, donde n es el número de ardillas detectadas dentro del ancho (w) y L la suma total del largo de los transectos. El transecto de franja tiene básicamente dos supuestos: se debe contar únicamente a los animales que están dentro del ancho de franja previamente establecida, y se debe tener la certeza de contar a todos los individuos que están dentro de ese ancho (Burnham *et al.*, 1980). Para cumplir estos supuestos, consideré únicamente a las ardillas que observé entre 0 y 10 m. Las estimaciones de la densidad las obtuve agrupando las observaciones mensuales de cada época (lluvias y secas) en cada tipo de bosque tropical (caducifolio y subcaducifolio) de todos los años. El año lo definí a partir del patrón de lluvias es

decir, comienza en julio y termina en junio del siguiente año. Para el caso del método de transecto de línea apliqué la fórmula $D = nf(0)/2L$, donde $f(0)$ es la función probabilística de densidad. Para calcular $f(0)$ empleé el programa TRANSECT aplicando el modelo no paramétrico basado en la serie de Fourier (Burnham *et al.*, 1980). Seleccioné este modelo debido a que es robusto a la variación en la detección de animales dependiendo de factores como la época del año, la hora de muestreo y la visibilidad de la vegetación. Dado el bajo número de ardillas observadas, agrupé las observaciones mensuales de los 3 años para obtener una estimación de todo el período de estudio. A diferencia de los supuestos rígidos del transecto de franja (Mandujano, 1994), en el transecto de línea el supuesto principal a cumplir es que se debe tener la certeza de contar a todos los animales que están a 0 m perpendiculares (Burnham *et al.*, 1980). Dada la velocidad a la que recorrí los transectos (1-2 km/h) y a la atención puesta para cumplir este supuesto, es muy probable que todas las ardillas que estuvieran entre 0 y 10 m perpendiculares a los caminos fueron vistas con una probabilidad igual a uno antes de que huyeran por mi presencia.

Con el objeto de conocer si existe alguna tendencia de un mayor número de ardillas hacia cierto tipo de vegetación (bosque tropical caducifolio o subcaducifolio) en determinada época (lluvias o secas), utilicé la relación n/L como una tasa de observación de ardillas. El análisis lo realicé ponderando el número de kilómetros recorridos en cada tipo de vegetación durante cada época. Apliqué una prueba de independencia de dos factores (tipo de vegetación y época del año) empleando el estadístico X^2 y los intervalos de confianza de Bonferroni al 95% (Byers *et al.*, 1984).

Observé únicamente 31 ardillas en 46 veces que recorrí los 11 km de transectos (506 km). El 68% las detecté hasta 10 m perpendiculares al transecto y ninguna más allá de los 30 m. La distancia promedio de detección fue similar entre la época de lluvias (= 11.0 m) y la de secas (= 6.4 m) (Mann-Whitney, $U = 52.5$, $P = 0.07$). El 84% de las observaciones fueron de ardillas solitarias (ningún individuo visible a 20 m alrededor), y en dos ocasiones observé a dos y cinco ardillas juntas en un mismo árbol. Todas las observaciones fueron de ardillas sobre los árboles a una altura entre 5 y 20 m.

La densidad varió de 0.9 a 4.3 ardillas/km² dependiendo de la época del año y el tipo de vegetación (Cuadro 1). La densidad fue mayor en el bosque tropical subcaducifolio y durante la época de secas. La densidad promedio (1989 a 1992) obtenida con el método de transecto de franja fue de 2.3 ± 1.7 ardillas/km², mientras que con el método de transecto de línea fue de 3 ± 1 ardillas/km². La diferencia en la estimación media obtenida con ambos métodos para todo el período de estudio, se debe a que en el transecto de línea se incorpora el 100% de las ardillas detectadas, mientras que en el método de franja únicamente el 68% de las observaciones (las observadas entre 0 y 10 m).

Cuadro 1. Número de ardillas detectadas (n), tasa de observación (n/L) y densidad poblacional (D, individuos/km²) en los bosques tropicales caducifolio y subcaducifolio durante las épocas de lluvias y de secas de los años 1989-1992 en Chamela, Jalisco.

	Bosque tropical caducifolio	Bosque tropical subcaducifolio	Ambos bosques
Epoca de lluvias			
n	5	5	10
n/L	0.03	0.05	0.04
D ¹	0.9	1.1	0.9
Epoca de secas			
n	10	11	21
n/L	0.06	0.16	0.09
D	3.1	4.3	3.5
Ambas épocas			
n	15	16	31
n/L	0.04	0.10	0.06
D	1.9	2.5	2.3

¹ D= n/2wL

La tasa promedio de observación para todo el estudio fue de 0.06 ardillas/km, ya que observé en promedio 1 ardilla cada 17 km. En la época de secas la tasa fue 0.09 ardillas/km y en la época de lluvias de 0.03 ardillas/km, pero no fueron significativamente distintos (Cuadro 1, Mann-Whitney, U = 2, P = 0.27). La tasa de observación fue mayor en el bosque tropical subcaducifolio (0.10 ardillas/km) que en el caducifolio (0.04 ardilla/km). No hubo independencia del número de ardillas detectadas respecto a los tipos de vegetación y la época del año (Tabla 1, X² = 14.183, P= 0.01). Los intervalos de Bonferroni indican que hay una preferencia de las ardillas por el bosque tropical subcaducifolio durante la época de secas. El bosque subcaducifolio en la época húmeda y el bosque caducifolio en la época seca son usados con base en su disponibilidad. El bosque caducifolio fue usado menos de lo esperado durante la época de lluvias.

No obstante que el método de conteo en transectos tiene limitaciones para estimar la densidad de ardillas (Bouffard y Hein, 1978), ha sido empleado en varios

estudios (Healy y Welsh, 1992; Vaughan y McCoy, 1984). La estimación de la densidad en tres años de muestreos sugieren que *S. colliaei* tiene una abundancia baja en el bosque tropical de Chamela. Para *S. colliaei*, al igual que otras especies de ardillas con distribución tropical como *S. yucatanensis* (Best *et al.*, 1995) y *S. variegatoides* (Best, 1995d), y no tropical como *S. nayaritensis* (Best, 1995a), *S. alleni* (Best, 1995e), *S. oculatus* (Best, 1995c) y *S. arizonensis* (Best y Riedel, 1995), no existe información sobre su densidad poblacional en México. Estrada y Coates-Estrada (1985, citado en Best, 1995f) reportan una densidad de 100 ind/km² para *S. deppei* en un bosque tropical lluvioso de Veracruz. Para la ardilla tropical *S. granatensis* se han registrado densidades que varían entre 110 y 250 ind/km² en Panamá (Giacalone *et al.*, 1990); mientras que para Venezuela fluctúan entre 13 y 50 ind/km² dependiendo el tipo de bosque (Nitikman, 1985). Para especies de ardillas con distribución no tropical en Estados Unidos como *S. aberti*, se han reportado densidades que varían de 2.5 a 114 ind/km² (Nash y Seaman, 1977), para *S. carolinensis* entre 20 y 210 ind/km² (Koprowski, 1994b), para *S. niger* entre 4 y 1200 ind/km² (Koprowski, 1994a), y para *S. griseus* entre 25 y 430 ind/km² (Carraway y Verts, 1994). Es importante aclarar que la densidad de estos trabajos se ha estimado empleando diversos métodos, por lo que debe tomarse con cautela en comparaciones.

La baja tasa de observación de ardillas por kilómetro recorrido también es un indicador de la baja abundancia de *S. colliaei* en Chamela. Si bien existen pocos datos para poder comparar, es interesante mencionar que en un estudio con *S. granatensis* en Panamá, Giacalone *et al.* (1990) obtuvieron valores entre 1 y 4 ardillas/km de recorrido, en un sitio donde la densidad fue estimada entre 110 y 250 ardillas/km². En un bosque tropical de Costa Rica, se ha reportado una tasa de observación de 0.02 ardillas/km de *S. variegatoides*, aunque no se tienen datos sobre su densidad, observaciones cualitativas indican que su abundancia es baja comparándola con otras especies de ardillas en el mismo sitio (Best, 1995d). Si bien en el bosque tropical caducifolio de Chamela la diferencia en la visibilidad es notable entre las épocas de lluvia y de secas, los índices de observación y la distancia perpendicular promedio de observación, no difirió entre ambas. Lo que sugiere que el efecto del aumento en la visibilidad no incrementa el número de ardillas detectadas. Este aspecto no afecta las estimaciones de la densidad (ver Burnham *et al.*, 1980).

Se ha sugerido que la fluctuación temporal en la densidad poblacional depende considerablemente de la variación en la producción de los principales frutos en la dieta (Glanz *et al.*, 1990). Mis resultados apoyan esta hipótesis, ya que *S. colliaei* tuvo una mayor preferencia por el bosque tropical subcaducifolio que por el caducifolio, principalmente durante la época seca. Otras observaciones cualitativas en la región han mostrado tendencias similares (Ceballos y Miranda, 1986). Esta tendencia podría deberse a que no todas las especies arbóreas del bosque subcaducifolio pierden sus hojas durante la época seca, y a la ocurrencia de árboles con frutos (Bullock y Solís-

Magallanes, 1990); esto sugiere que en el área de estudio el tipo de vegetación arbórea y la disponibilidad de frutos, podrían ser factores limitantes en la distribución y abundancia de esta especie.

Agradezco a V. Sosa, A. González-Romero, V. Rico-Gray y J. García-Franco sus comentarios al manuscrito inicial. Las críticas y sugerencias de G. Ceballos y S. H. Bullock me ayudaron considerablemente a mejorar la presente nota. Asimismo, agradezco las sugerencias de D. Valenzuela y un revisor anónimo. La Estación de Biología Chamela de la Universidad Nacional Autónoma de México brindó apoyo. Este trabajo fue financiado por CONACYT (P220CCOR-892154, PO20CCOR-903703 y 0327-N9107), SEP (DGICSA-902467) y beca CONACYT (54449).

LITERATURA CITADA

- Best, T. L. 1995a. *Sciurus nayaritensis*. *Mammalian Species*, 492: 1-5.
- Best, T. L. 1995b. *Sciurus colliaei*. *Mammalian Species*, 497: 1-4.
- Best, T. L. 1995c. *Sciurus oculatus*. *Mammalian Species*, 498: 1-3.
- Best, T. L. 1995d. *Sciurus variegatoides*. *Mammalian Species*, 500: 1-6.
- Best, T. L. 1995e. *Sciurus alleni*. *Mammalian Species*, 501: 1-4.
- Best, T. L. 1995f. *Sciurus deppei*. *Mammalian Species*, 505: 1-5.
- Best, T. L. y S. Riedel. 1995. *Sciurus arizonensis*. *Mammalian Species*, 496: 1-5.
- Best, T. L., H. A. Ruiz-Piña y L. S. León-Paniagua. 1995. *Sciurus yucatanensis*. *Mammalian Species*, 506: 1-4.
- Bouffard, S. H. y D. Hein. 1978. Census methods for eastern gray squirrels. *Journal of Wildlife Management*, 42: 550-557.
- Bullock, S. H. 1986. Climate of Chamela, Jalisco, and trends in the South Coastal Region of Mexico. *Archives Meteorology, Geophysics and Bioclimatology*, 36: 297-316.
- Bullock, S. H. y A. Solís-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a deciduous forest in Mexico. *Biotropica*, 22: 22-35.
- Burnham, K. P., D. R. Anderson y J. L. Laake. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs*, 72: 1-202.
- Byers, C. R., R. K. Steinhorst y P. R. Krausman. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management*, 48: 1050-1052.
- Carraway, L. N. y B. J. Verts. 1994. *Sciurus griseus*. *Mammalian Species*, 474: 1-7.
- Ceballos, G. 1989. Population and community ecology of small mammals from tropical deciduous and arroyo forest in western México. Tesis Doctoral, Universidad de Arizona, Tucson, 158 pp.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. Los Mamíferos de Chamela, Jalisco. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. 486 pp.
- Ceballos, G. y A. García. 1995. Conserving neotropical biodiversity: the role of dry forest in western Mexico. *Conservation Biology*, 9: 1349-1356.
- Giacalone-Madden, J., W. E. Glanz y E. G. Leigh. 1990. Adición: fluctuaciones poblacionales a largo plazo de *Sciurus granatensis* en relación con la disponibilidad de frutos. Pp. 331-

- 335, in *Ecología de un bosque tropical: ciclos estacionales y cambios a largo plazo* (E. G. Leigh, A. Stanley y D. M. Windsor, eds.). Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá.
- Glanz, W. E., R. W. Thorington, J. Giacalone-Madden y L. R. Heaney. 1990. Utilización estacional de alimentos y tendencias demográficas de *Sciurus granatensis*. Pp 317-330, in *Ecología de un bosque tropical: ciclos estacionales y cambios a largo plazo* (E. G. Leigh, A. Stanley y D. M. Windsor, eds.). Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. John Wiley and Sons, New York, EUA. Vol. 1: 1-600+90 pp.
- Healy, W. M. y C. J. E. Welsh. 1992. Evaluating line transects to monitor gray squirrel populations. *Wildlife Society Bulletin*, 20: 83-90.
- Koprowski, J. L. 1994a. *Sciurus niger*. *Mammalian Species*, 479: 1-9.
- Koprowski, J. L. 1994b. *Sciurus carolinensis*. *Mammalian Species*, 480: 1-9.
- Leopold, A. S. 1965. *Fauna silvestre de México*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, D.F. 608 pp.
- Lott, E. J, S. H. Bullock y A. Solís-Magallanes. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forests in coastal Jalisco. *Biotropica*, 19: 228-235.
- Mandujano, S. 1992. Estimaciones de la densidad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Tesis de Maestría, UNAM. México, D.F. 75 pp.
- Mandujano, S. 1994. Conceptos generales del método de conteo de animales en transectos. *Ciencia*, 45: 203-211.
- Mandujano, S. y S. Gallina. 1993. Densidad del venado cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 56: 1-37.
- Mandujano, S. y S. Gallina. 1995. Comparison of deer censusing methods in a tropical dry forest. *Wildlife Society Bulletin*, 23: 180-186.
- Nash, D. J. y R. N. Seaman. 1977. *Sciurus aberti*. *Mammalian Species*, 80: 1-5.
- Nitikman, L. Z. 1985. *Sciurus granatensis*. *Mammalian Species*, 246: 1-8.
- Vaughan, C. y M. McCoy. 1984. Estimación de las poblaciones de algunos mamíferos en el Parque Nacional Manuel Antonio, Costa Rica. *Brenesia*, 22: 207-217.