

**COMPARACION DE METODOS
PARA CALCULAR EL AREA DE ACTIVIDAD
DE *Sceloporus scalaris***

América Gutiérrez
y
Alfredo Ortega

Instituto de Ecología, A.C.
Apartado Postal 18-845
México, 11-800, D.F.

RESUMEN

Los datos de recaptura de la lagartija *Sceloporus scalaris*, de la Reserva de la Biosfera de La Michilía en el Estado de Durango, México, fueron analizados utilizando 7 estimaciones diferentes del área de actividad, 3 de las cuales son poligonales y las otras 4 estadísticas. Los métodos poligonales se muestran en general sensibles al tamaño de la muestra y los estadísticos no, pero éstos tienden a sobreestimar el área utilizada. Los machos tienen un área mayor que la de las hembras independientemente del método utilizado. Contrastando los resultados obtenidos con el rastreo continuo de los individuos en el campo, se encontró que el método del polígono mínimo es el que evalúa de manera más realista el área más utilizada por los individuos de esta especie y que el modelo bivariado por componentes del 68% es el más adecuado para estimar el área recorrida por los mismos en sus desplazamientos.

ABSTRACT

Recapture data for the Lizard *Sceloporus scalaris* (Sauria: Iguanidae) from the Michilía Biosphere Reserve in the State of Durango, México, were analyzed by 7 different home range methods: three of them polygonal and the other four statistical. Polygonal methods are sample size biased; statistical methods are not sample size biased, but tend to overestimate the used area. Males had larger home ranges than females regardless of method. Home range estimates were compared with the actual home ranges obtained from continuous observations and tracking of lizards in the field. The minimum polygonon method most realistically approximates the area most frequently used by individuals in this population, while the bivariate model of 68% is the best estimator of the area used by lizards in their actual movements.

INTRODUCCION

El área de actividad también conocida como dominio vital, ámbito hogareño o "home range", es el área que un animal ocupa durante sus actividades normales de alimentación, apareamiento y cuidado de crías (Burt, 1943). El área de actividad es un importante atributo adaptativo de los individuos, directamente relacionado con parámetros y características de los mismos, tales como su vigor y agresividad, la eficiencia de su movimiento y sus necesidades metabólicas (Milstead, 1972; Schoener, 1971; Simon, 1975; Turner *et al.*, 1969), también está relacionado con atributos de la población a la que pertenecen los organismos, como la densidad, la competencia intraespecífica y la organización social (Brown, 1969, 1975; Krebs, 1971; Schoener, 1968), y a características de la comunidad a la que pertenece la población, tales como las relaciones interespecíficas y la utilización diferencial de los recursos (Orians y Wilson, 1964).

A pesar de que el concepto de área de actividad es claro, el principal problema para trabajar con este atributo es el de cuantificarlo. En la actualidad existen no menos de 17 formas diferentes de evaluarlo. (Aguirre *et al* 1984; Fitch, 1958; Hall, 1971; Harvey y Barbour, 1965; Hayne, 1949; Jenrich y Turner, 1969; Koepl *et al*, 1975; Metzgar y Scheldon 1974; Milstead, 1971; Mohr, 1947; Mohr y Stumpf, 1966; Rose y Judd, 1975; Schoener, 1981; Southwood, 1966; Stumpf y Mohr, 1962; Van Winkle *et al*, 1973).

Existen trabajos previos interesantes en los que se comparan resultados al utilizar los diferentes métodos; sin embargo, en algunos de estos trabajos se comparan los resultados obtenidos con diferentes métodos, pero con datos provenientes de fuentes también distintas (Rose, 1982), o se comparan los mismos datos pero con solo de 2 a 5 métodos diferentes (Ernst, 1970; Jorgensen y Tanner, 1963; Waldschmidt, 1979). En el presente estudio se comparan los resultados para el área de actividad de *Sceloporus scalaris* (Sauria: Iguanidae), obtenidos a través de los 7 métodos más utilizados en la literatura, y para lo cual se varió exclusivamente el método elegido para estimarla, manteniendo constantes todos los otros factores extrínsecos, e intrínsecos que pueden modificarla.

Materiales y Métodos

El presente estudio se llevó a cabo en la Reserva de la Biosfera de La Michilía*, en el Estado de Durango, México (23°20' - 23°30' N; 104°07' - 104°20' W). La elevación del área es de aproximadamente 2480 m, la temperatura media anual varía entre 17.4°C y 20.4°C y su precipitación anual entre 525 y 609 mm, estando prácticamente concentrada en el verano (junio a septiembre). Aunque la vegetación de la zona está muy diversificada, pudiéndose distinguir 11 unidades diferentes (Martínez y Saldívar, 1978), la comunidad vegetal más importante es el bosque de encino-pino. En una zona abierta de tal bosque, localizada a 5 km al norte de la estación de campo del Instituto de Ecología en la Reserva, se marcó un rectángulo de 50 x 200 m por medio de estacas separadas una de otra por 10 m, cada estaca tenía un número distintivo. Dentro de este rectángulo fueron capturados a mano y marcados por el doble método de pequeñas manchas de pintura (temporal) y corte de dedos (permanente) 78 individuos adultos de *S. scalaris* en mayo de 1981, una vez marcados se procedió a recorrer sistemáticamente este transecto durante 21 días en ese mismo mes de 4 a 6 hrs. diariamente e iniciando cada vez desde un punto diferente del mismo, de tal forma en que todas sus secciones fueron recorridas a todas las horas posibles. De cada individuo sobre el que se efectuaba una recaptura se anotaba (entre otros datos) el de su localización exacta, tomada como una medida bidimensional a la estaca más cercana. Es necesario mencionar que debido a que las recapturas son visuales y a que sólo se toma el primer punto observado cada día para cada individuo, la técnica no altera de forma tal la conducta de los individuos como para sesgar los resultados; por otro lado, la heterogeneidad del hábitat tampoco modifica la efectividad de la técnica, dado que el 89.1% de los desplazamientos de los individuos de esta especie ocurren sobre el suelo (Ortega *et al.* 1982), es decir en un microhábitat bidimensional.

Los datos de aquellos individuos con menos de 3 puntos de localización y de aquellos cuya área de actividad quedara en las zonas limítrofes del transecto se desecharon, trabajándose solamente con los puntos de recaptura de 42 individuos que fueron pasados a ma-

* La Reserva de la Biosfera de La Michilía es parte del programa El Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO.

pas a escala de la zona y en un sistema bicoordenado en papel milimétrico, determinándose su área de actividad por los siguientes métodos poligonales y estadísticos; poligonales: polígono convexo (Southwood, 1966) polígono mínimo (Mohr 1947; Stickel, 1954), polígono mínimo modificado (Harvey y Barbour, 1965); estadísticos: función denso-probabilística o de radio-recaptura (Hayne, 1949; Dice y Clark, 1953; Calhoun y Casby, 1958), función elíptica de covarianza (Jenrich y Turner, 1969), modelo bivariado por componentes (Koepl *et al*, 1975) y el bivariado por componentes del 68% (Aguirre *et al*, 1984).

RESULTADOS

Las propiedades de cada método utilizado se reflejan en los resultados obtenidos en metros cuadrados para el área de actividad por cada uno de ellos (Cuadro No. 1), observándose que dentro de los métodos poligonales con el que encontramos un área mayor, en casi todos los casos, es con el del polígono convexo, un área más pequeña con el mínimo y una aún más reducida con el modificado. Dentro de los métodos probabilísticos en general el área estimada por la función denso-probabilística es mayor que la de la función elíptica de covarianza y que la del modelo bivariado por componentes del 68%, pero menor que la del bivariado por componentes del 95%.

En el siguiente Cuadro (No. 2) es posible observar claramente una de las principales desventajas de los métodos poligonales, que es la de que éstos son radicalmente sensibles al tamaño de la muestra, es decir, a mayor número de recapturas, en cada ocasión es mayor el tamaño del área estimada, y así, para poder hacer comparativos los resultados obtenidos por uno de estos métodos, necesitamos trabajar con gran cantidad (y la misma) de recapturas y en cortos períodos de tiempo, y aunque existen métodos para corregir esta desviación (Jenrich y Turner, 1969) éstos tienen también inconvenientes (Rose, 1982).

Como se puede apreciar en el mismo Cuadro No. 2, los métodos probabilísticos no son sensibles al tamaño de la muestra; sin embargo, adolecen también de sus defectos, siendo el principal el de sobreestimar el área utilizada por los individuos, ya que asignan la probabilidad de encontrar un animal donde nunca fue observado. Además,

Cuadro 1. Áreas de actividad (m^2) para algunos de los individuos de *Sceloporus scalaris*, estudiados por los diferentes métodos utilizados.

Individuo sexo y número	METODOS POLIGONALES				METODOS PROBABILISTICOS			
	Poligono convexo	Poligono mínimo	Poligono modificado	Fun. denso- probabilíst.	Elíptico matriz cov.	Bivariado por componentes 95%	Bivariado por componentes 68%	
♀ 182	85.6	8.0	8.0	799.92	682.72	1,841.75	226.19	
♀ 132	251.2	201.6	44.0	5,076.17	2,352.0	11,083.53	1,954.18	
♂ 13	24.0	16.4	16.4	125.92	146.05	1,174.95	329.86	
♂ 14	512.8	252.0	188.8	1335.95	1,243.84	1,664.79	627.31	
♂ 15	486.8	298.4	93.3	1,409.51	1,124.86	1,484.40	508.68	
♂ 135	245.6	230.4	230.4	3,292.70	3,058.70	6,745.22	1,402.69	
♂ 71	237.2	222.4	224.4	2,511.70	226.61	5,780.53	804.66	
♂ 109	460.0	436.0	436.0	2,763.61	3,029.47	8,815.31	1,847.49	
♂ 151	262.4	258.0	82.4	1,639.92	2,082.27	439.82	374.63	
♀ 191	32.8	32.8	32.8	327.98	223.79	1,119.97	162.57	
♀ 84	18.0	18.0	18.0	207.85	118.65	747.69	785.59	
♀ 26	56.0	56.0	56.0	661.82	892.43	2,012.19	402.91	
♂ 141	212.8	212.8	212.8	2,144.06	2,772.72	18,284.06	2,042.03	
♂ 113	56.8	56.8	56.8	844.76	920.26	5,428.70	603.19	
♂ 209	72.8	72.8	72.8	1,875.60	5,502.23	4,853.76	565.48	
♀ 81	9.6	9.6	9.6	168.61	227.88	19,339.64	365.21	
♀ 85	24.8	24.8	24.8	995.89	413.55	28,550.79	1,968.88	
♀ 59	54.0	54.0	54.0	1,099.55	1,012.10	80,223.70	424.11	
♀ 83	6.8	6.8	6.8	172.79	152.36	1,149.82	53.41	
♀ 184	28.0	28.0	28.0	662.44	609.44	9,299.11	285.36	
♂ 168	59.6	59.6	59.6	3,879.87	1,284.17	587,634.89	2,733.18	

Cuadro 2.

Promedio de actividad (m^2) de *Sceloporus scalaris*, separada en grupos por número de recapturas y sexo (entre paréntesis aparece el número de individuos).

Número de Recapturas	METODOS POLIGONALES				METODOS PROBABILISTICOS			
	Polígono convexo	Polígono mínimo	Polígono modificado	Fun. denso-probabilíst.	Elíptico matriz cov.	Bivariado 95%	Bivariado por componentes 68%	
3	26.7	26.7	26.7	584.22	525.11	34,640.76	609.57	
	35.8	35.8	35.8	1,976.61	738.22	587,634.89	1,425.88	
4	35.3	35.3	35.3	548.44	438.82	1,379.94	509.19	
	100.5	100.5	100.5	1,964.29	3,352.73	9,522.17	1,070.23	
5 ó más	168.4	104.4	26.0	2,936.05	1,517.36	6,462.64	1,090.18	
	261.3	201.3	146.7	1,675.91	1,477.28	1,127.97	757.23	

por ejemplo, el método de la función denso-probabilística asume que existe una distribución uniforme de los puntos de localización de los individuos, es decir, se basa en el planteamiento de que existe la misma probabilidad de desplazamiento en cualquier dirección, lo cual no se cumple cuando existen presiones sociales territoriales o habitats no homogéneos, es decir, no funciona casi siempre.

El tamaño del área de actividad para las hembras es siempre menor, independientemente del método utilizado, que para los machos (Cuadro No. 3), siendo en este caso 11.9 veces mayor para estos últimos en promedio general.

DISCUSION

En este atrabajo se pone de manifiesto la dicotomía reiteradamente planteada por autores previos en relación con las características de los métodos poligonales y estadísticos, pues ambos tienen ventajas y desventajas que son principalmente las que han sido mencionadas un poco arriba, además de que con los métodos poligonales con los mismos datos, diferentes autores pueden obtener distintos resultados, lo cual es una obvia desventaja; pero también los métodos estadísticos pueden sufrir serias desviaciones si los datos no se apegan a la distribución supuesta y si no toda el área que engloba ésta, es adecuada para el organismo de tal forma en que éste no se pueda mover libremente y al azar dentro de ella. Los modelos estadísticos además son incapaces para establecer límites entre áreas de actividad contiguas. Sin embargo, la polémica continúa (Rose, 1982; Waldschmidt, 1979) y así existen autores que defienden y prefieren la utilización de los métodos poligonales (Milstead, 1972) mientras otros los estadísticos (Jorgenssen y Tanner, 1963; Tinkle, 1967).

En nuestro caso, al contrastar los resultados obtenidos con los diferentes métodos con aquellos que se obtuvieron al rastrear sin interferir (desde lejos y con binoculares) en el campo a varios individuos de esta especie por varios días consecutivos, encontramos que el método más apropiado para evaluar el área más utilizada por los organismos —asociada inclusive a las perchas de asoleo y sitios de refugio— es el del polígono mínimo y que el método que evalúa de manera más repre-

Cuadro 3.

Promedio de áreas de actividad (m²) para los dos sexos de *Sceloporus scalaris* por los diferentes métodos utilizados.

METODOS POLIGONALES				
		Polígono convexo	Polígono mínimo	Polígono modificado
♀		76.81	29.34	29.34
♂		144.51	112.55	94.35
METODOS PROBABILISTICOS				
	Fun. denso-probabilist.	Elíptico matriz cov.	Bivariado por componentes 95% 68%	
♀	1,356.23	827.09	14,161.13	736.31
♂	1,872.27	1,856.07	199,428.34	1,084.44

sentativa los desplazamientos en el área recorrida por los mismos es el del modelo bivariado por componentes del 68%.

El método bivariado por componentes del 68%, es una modificación al bivariado de Koepl *et al.* (1975). El principal inconveniente de este último es el de trabajar de forma arbitraria con dos desviaciones estándar, lo cual introduce un serio error de cálculo al incluir puntos localizados en la periferia, que representan zonas de utilización accidental o escasa, y que no forman parte consistente del ámbito hogareño, la modificación planteada por Aguirre *et al.* (1984) de trabajar con una sola desviación estándar, contribuye sustancialmente a reducir esta sobreestimación.

Para los individuos adultos de *Sceloporus scalaris* en esta zona y en esta época del año, son indudablemente este método poligonal y este estadístico los dos métodos que evalúan de una manera más realista el área de actividad.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Dr. Robert Barbault por la discusión y revisión crítica del manuscrito; a Ricardo Rodríguez-Estrella por su ayuda en el campo. Este trabajo, llevado a cabo en la Reserva de la Biosfera La Michilía del programa Hombre y Biosfera (MAB-UNESCO), fue realizado con el apoyo económico del Instituto de Ecología de México y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, G., G. Adest, and D. MORAFKA.** 1984. Home range and Movement Patterns of the Bolson Tortoise *Gopherus flavomarginatus*. Acta Zoológica Mexicana (NS). 1: 1-28.
- Brown, J.L.** 1969. Territorial behavior and population regulation in birds. Wilson Bull. 81:293-329.
- Brown, J.L.** 1975. The evolution of behavior. Norton, New York.
- Burt, W.H.** 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. J. Mammal. 24:346-352.
- Calhoun, J.B. and J.U. Casby.** 1958. Calculation of home range and density of small mammals. U.S. Public. Health Monograph No. 55.
- Dice, L.R. and P.J. Clark.** 1953. The statistical concept of home range as applied to the recapture radius of the deer mouse (*Peromyscus*). Contrib. Lab. Vert. Biol. Univ. Mich. 62:1-15.
- Ernst, H.C.** 1970. Home range of the spotted turtle *Clemmys guttata* (Schneider). Copeia 1970 No. 2:391-393.
- Fitch, H.S.** 1958. Home ranges territories, and seasonal movements of vertebrates of the natural history reservation. Univ. Kansas Publ., Mus. Nat. Hist., 11:63-326.
- Hall, R.J.** 1971. Ecology of a population of the great plains skink (*Eumeces obsoletus*). Univ. Kansas Sci. Bull. 40:357-388.
- Harvey, J.M. and R.W. Barbour.** 1965. Home range of *Microtus ochrogaster* as determined by a modified area method. J. Mamm. 46(3):398-406.
- Hayne, D.W.** 1949. Calculation of size of home range. J. Mamm. 30:1-18.
- Jenrich, R.I. and F.B. Turner.** 1969. Measurement of noncircular home range. J. Theoret. Biol. 22:227-237.
- Jorgensen, D.C. and W.W. Tanner.** 1963. The application of the density probability function to determine the home ranges of *Uta stansburiana stansburiana* and *Cnemidophorus tigris tigris*. Herpetologica 19(2):105-115.

- Koepl, J.W., N.A. Slade and R.S. Hoffman.** 1975. A bivariate home range model with possible application to ethological data analysis. *J. Mamm.* 56(1):81-90.
- Krebs, J.R.** 1971. Territory and breeding density in the great tit *Parus major* L. *Ecology* 52:2-22.
- Martínez, E. y Saldívar M.,** 1978. Unidades de vegetación en la Reserva de la Biosfera de La Michilía, Durango: Reservas de la Biosfera en el Estado de Durango. Publicación 4 del Instituto de Ecología, México.
- Metzgar, L.H. and A.L. Sheldon.** 1974. An index of home range size. *J. Wildl. Manage.* 38(3):546-551.
- Milstead, W.W.** 1971. On the problems of home range measurement and individual recognition in lizard ecology studies. *Herpetol. Rev.* 3(1):17.
- Milstead, W.W.** 1972. More on lizard home ranges. *Herpetol. Rev.* 4(3):83.
- Mohr, C.O.** 1947. Table of equivalent populations of North American small mammals. *Amer. Midl. Nat.* 37:223-49.
- Mohr, C.O.** and W.A. Stumpf. 1966. Comparison of methods for calculating areas of animal activity. *J. Wildlife Mgmt.* 30:293-304.
- Orians, G.H. and M.F. Wilson.** 1964. Interspecific territories of birds. *Ecology* 17. 736-745.
- Ortega, A., M.E. Maury and R. Barbault.** 1982. Spatial organization and habitat partitioning in a mountain lizard community of Mexico *Acta Oecologica. Oecol. Gener.* Vol. 3, P. 323-330.
- Rose, B.** Lizard home ranges: Methodology and functions. *J. Herpetol.* 16(3):253-269.
- Rose, L.F. and F.W. Judd.** 1975. Activity and home range size of the Texas tortoise, *Gopherus berlandieri* in South Texas. *Herpetologica* 31:448-456.
- Schoener, T.W.** 1968. Sizes of feeding territories among birds. *Ecology* 49:123-141.
- Schoener, T.W.** 1971. Theory of feeding strategies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 2:369-404.
- Schoener, T.W.** 1981. An empirically based estimate of home range. *Theoret. Pop. Biol.* 29(3):1981.

- Simon, C.A.** 1975. The influence of food abundance on territory size in the iguanid lizard *Sceloporus jarrovi*. Ecology 56:993-998.
- Southwood, T.R.** 1966. Ecological Methods. Methuen & Co. Letd. London.
- Stickel, L.F.** 1954. A comparison of certain methods of measuring ranges of small mammals. J. Mammal. 35:1-15.
- Stumpf, W.A.** and **C.O. Mohr.** 1962. Linearity of home ranges of California mice and other animals. J. Wildl.
- Tinkle, D.W.** 1967. Home range, Density, Dynamics, and Structure of a Texas population of the lizard *Uta stansburiana*, in W.W. Milstead (Ed.). pp. 5-29. Lizard Ecology: A symposium. Univ. Missouri Press. Columbia Missouri.
- Turner, F.B., R.I. Jennrich** and **J.D. Weintraub.** 1969. Home ranges and body sizes of lizards. Ecology 50. 1076-181.
- Vanwinkle, W., D.C. Martin** and **M.J. Sebetich.** 1973. A home-ranmge model for animals inhabiting and ecotone. Ecology 54:205-209.
- Waldschmidt, R.S.** 1979. The effect of statically based models on home range size estimate in *Uta stansburiana*. Amer. Mid. Nat. 101(1):236-240.