

VV. A.A. 2001. International Congress on Testudo Genus. Gonfaron, Francia.

Willemsen RE & Hailey A. 1999. Variation of adult body size of the tortoise *Testudo hermanni* in Greece: proximate and ultimate causes. *Journal of Zoology* 248: 379-396.

Willemsen RE & Hailey A. 2001. Variation in adult survival rate of the tortoise *Testudo hermanni* in Greece: implications for evolution of body size. *Journal of Zoology* 255: 43-53.

julio, en el área de estudio las temperaturas medias se encuentran en torno a 26°C cuando en Doñana se sitúan alrededor de 24°C (Andreu 1987). Por otra parte, en el sureste las precipitaciones primaverales ocurren en abril y especialmente en mayo (con 33 mm de media), mientras que en Doñana las precipitaciones medias mensuales son superiores a 40 mm desde noviembre a abril (Andreu 1987).

Respecto a la actividad otoñal, en el sureste ocurre en los meses de septiembre y octubre, mientras en el suroeste la actividad se desplaza a octubre y noviembre (Andreu 1987). De nuevo las diferencias termoplumiométricas entre las dos regiones podrían influir en los patrones encontrados, ya que las temperaturas del mes de septiembre en Doñana son más elevadas (en torno a 25°C) (Andreu 1987) que en la zona de estudio (22°C), y los picos de precipitación suelen ocurrir en noviembre en aquella localidad (Andreu 1987) y en octubre en ésta.

En cualquier caso, a pesar de que las relaciones causales entre los patrones de actividad y el régimen climático no son bien conocidos, parece quedar claro que el periodo de actividad en los animales de Doñana es más prolongado que en la población estudiada. Como consecuencia de estas diferencias cabría esperar que en Doñana el tamaño medio de los individuos fuera mayor que en la Galera y efectivamente, la comparación de las longitudes del espaldar de *Testudo graeca graeca* en Doñana y en la población de estudio son significativamente distintas ($U = 324$, $p = 0,0018$), con una media de $126,22 \pm 37,11$ en la primera (Andreu et al. 2000) y de $110,6 \pm 34,93$ en la segunda (Giménez et al. 1998). Estas diferencias podrían ser debidas a que la población de *Testudo graeca graeca* de Doñana fuera de mayor edad que la del sureste ibérico, sin embargo la estructura de edad en ambas localidades es similar (edad media en Doñana: $9,26 \pm 6,47$ (Andreu et al. 2000); edad media en la zona de estudio: $9,554 \pm 4,54$ (Giménez et al. 1998); $U = 376$, $p = 0,7388$),

En cuanto a la actividad diaria, aunque el número de observaciones del presente estudio es bajo, el patrón parece asemejarse al encontrado en otras poblaciones, con una variación en la temporalización de la actividad circadiana según el periodo del año y la variación diaria de la temperatura (Lambert 1981, Andreu 1987).

Agradecimientos

Este estudio fue en parte financiado por la Fundación 2001 Global Nature y realizado en una finca de su propiedad. La Unidad de Estudio y Apoyo Técnico de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente nos facilitó su GPS. Francisco Alcaraz proporcionó los datos climáticos. Agradecer a José Francisco Calvo y Martina Carrete su ayuda en los análisis estadísticos y a Julia Martínez las correcciones del inglés. Agradecer, también, a Martina Carrete sus comentarios y sugerencias al manuscrito. Un especial agradecimiento a José Antonio Palazón por su ayuda informática. Agradecer a los

revisores de este artículo sus aportaciones y críticas que han hecho posible la publicación de este estudio. Por último agradecer a todas las personas que nos ayudaron, apoyaron y participaron en el trabajo de campo.

Referencias

- Álvarez Y, Mateo JA, Andreu AC, Díaz-Paniagua C, Díez A & Bautista JM. 2000. Mitochondrial DNA Haplotyping of *Testudo graeca* on both continental sides of the Straits of Gibraltar. *The Journal of Heredity* 91: 39-41.
- Andreu AC. 1987. Ecología y dinámica poblacional de la tortuga mora, *Testudo graeca graeca* L., en Doñana, Huelva. Sevilla: Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla.
- Andreu AC, Díaz-Paniagua C & Keller C. 2000. La tortuga mora (*Testudo graeca* L.) en Doñana. Monografías de Herpetología, vol. 5. Asociación Herpetológica Española.
- Bayley JR & Highfield AC. 1996. Observations on ecological changes threatening a population of *Testudo graeca graeca* in the Souss Valley, Southern Morocco. *Chelonian Conservation and Biology* 2: 36-42.
- Díaz-Paniagua C, Keller C & Andreu AC. 1995. Annual variation of activity and daily distances moved in adult spur-thighed tortoises, *Testudo graeca*, in Southwestern Spain. *Herpetologica* 51: 225-233.
- Giménez A, Pérez I, Anadón JD, Martínez M & Esteve MA. 1998. Informe preliminar sobre seguimiento de la población de tortuga mora (*Testudo graeca* L.) en la Reserva Biológica de las Cumbres de La Galera (Sierra de Almenara, Murcia). Murcia: Área de Ecología, Universidad de Murcia y Fundación 2001 Global Nature.
- Henen BT. 1996. Seasonal and annual energy budgets of female desert tortoises (*Gopherus agassizii*). *Ecology* 78: 283-296.
- Kenward RE & Hodder KH. 1996. RANGES V An analysis system for biological location data. Dorset: Institute of Terrestrial Ecology.
- Lambert MRK. 1981. Temperature, activity and field sighting in the mediterranean spur-thighed or common garden tortoise *Testudo graeca* L. *Biological Conservation* 21: 39-54.
- López-Jurado LF, Talavera Torralba PA, Ibáñez González JM, MacIvor JA & García Alcázar A. 1979. Las tortugas terrestres *Testudo graeca* y *Testudo hermanni* en España. *Naturalia Hispanica* 17: 1-63.
- Martín A & Luna JD. 1990. Bioestadística para las ciencias de la salud. Madrid: Ediciones Norma.
- Ramírez L. et al. 1990. Evaluación Ecológica de los Sistemas Forestales de la Región de Murcia. Murcia: Área de Ecología, Universidad de Murcia.

nio; en mayo hay tortugas activas en cualquier momento del día y en los meses de septiembre, octubre y noviembre no se obtuvieron diferencias significativas entre la actividad de los distintos periodos del día, probablemente por el bajo número de observaciones de tortugas activas. Para determinar en los meses de marzo, abril y junio en qué momento del día existe una mayor probabilidad de que una tortuga se encuentre activa se observaron los valores parciales de Chi-cuadrado. Éstos reflejan, en los meses de marzo y de abril, una concentración de la actividad diaria durante el periodo III (de 10 a 12.5 hora solar) y, en junio la actividad diaria comienza antes, se desarrolla durante los periodos II y III es decir, desde primeras horas de la mañana hasta el mediodía (de 7 a 12 hora solar).

Discusión

El patrón común de actividad encontrado para los animales radiorastreados en este estudio se puede describir básicamente por un periodo de actividad obligada en primavera y un periodo de hibernación. Sin embargo, aspectos como el momento de inicio de la actividad primaveral, la existencia de una parada estival, la actividad otoñal o el momento de entrada en hibernación varían entre individuos y, presumiblemente, un mismo individuo presentará comportamientos diferentes en años distintos en función de su estado fisiológico y la fase de desarrollo en la que se encuentre.

A pesar del heterogéneo comportamiento de los diferentes individuos, a nivel poblacional, se ha descrito un patrón de actividad bimodal con un pico de actividad principal en primavera en el que todos los individuos se encuentran activos y realizan importantes desplazamientos y un segundo pico otoñal de menor intensidad en el que los animales se encuentran activos de una manera discontinua y desarrollan desplazamientos menores. Estas dos épocas de actividad se encuentran separadas por una época de parada invernal obligada y otra estival más variable. Este mismo patrón, con ligeras diferencias, ha sido descrito para la población del suroeste peninsular en el Parque Nacional de Doñana (Andreu 1987). Por el contrario, Bayley & Highfield (1996) describieron un patrón estacional claramente diferente en una población del suroeste de Marruecos, en el valle del río Souss. En este caso, el periodo primaveral es también el periodo principal de actividad pero no hay hibernación y la parada estival ocurre de manera invariable (Bayley & Highfield 1996).

En cualquiera de estas localidades el ciclo de vida de *Testudo graeca graeca* presenta un marcado carácter mediterráneo semiárido, dependiente de forma crítica de la actividad desarrollada en primavera. Este periodo, que puede variar según las localidades y años, presenta regímenes térmicos óptimos (rondando los 20°C) (Lambert 1981, Díaz-Paniagua et al. 1995) y es el de mayor desarrollo vegetativo de los productores primarios, por lo tanto hay disponible, en forma de brotes tiernos y flores, los requerimientos protéicos básicos. Sin embargo, los animales deben prolongar su periodo de

actividad a otros momentos menos favorables para alcanzar un balance bioenergético positivo anual (Henen 1997). En las poblaciones ibéricas así como en las poblaciones del norte de Marruecos los animales pueden entrar en fases de actividad complementaria en otoño (Bayley & Highfield 1996, Andreu 1987), e incluso en parte del verano (Díaz-Paniagua et al. 1995), en función del estado fisiológico del animal, del régimen de temperaturas de ese año y del régimen de precipitaciones que puede favorecer el crecimiento extraprimaveral de herbáceas.

Por otra parte, en las localidades ibéricas, el régimen de temperaturas de invierno (con mínimas por debajo de 10°C) (Andreu 1987) impide sistemáticamente la actividad durante este periodo. Por el contrario, en el suroeste de Marruecos las temperaturas medias mensuales no caen nunca por debajo de 13,6°C (Bayley & Highfield 1996) permitiendo que las tortugas puedan estar activas durante el invierno, pero en verano, con temperaturas medias mensuales superiores a 22°C y con picos diarios de temperaturas que pueden superar los 48°C (Bayley & Highfield 1996), la parada estival es obligada. Ante estos patrones de actividad claramente diferenciados para diferentes poblaciones de la subespecie *Testudo graeca graeca* se abren varias hipótesis en relación con las causas últimas (adaptación o efecto no adaptativo) y próximas (genéticas o ambientales) de estas diferencias (Willemsen & Hailey 2001). Las diferencias genéticas encontradas entre las poblaciones atlánticas de Marruecos, incluida la citada del valle del Souss, y las poblaciones mediterráneas, tanto de Marruecos como de la Península Ibérica (Álvarez et al. 2000) apuntan a causas próximas de naturaleza genética para explicar diferencias tan relevantes entre estos patrones de actividad estacional. En cualquier caso, para aclarar este extremo sería necesario conocer mejor, tanto la variación espacial de los patrones de actividad, como desarrollar experimentos que permitan establecer el origen causal de estas variaciones.

Por otra parte, las principales diferencias encontradas entre el patrón de actividad estacional de la población estudiada y la población de Doñana en el suroeste peninsular son la duración del periodo de actividad primaveral y las fechas en que ocurre el segundo periodo de actividad en otoño. En la población del presente estudio la actividad primaveral se inicia a finales de febrero e incluso en marzo y finaliza en el mes de junio, de tal manera que en julio los animales están en plena estivación. Por el contrario, en la población de Doñana la actividad primaveral la inician los machos a principios de febrero y las hembras a mediados de marzo, y se prolonga hasta el mes de julio, iniciando la estivación en agosto (Andreu 1987, Díaz-Paniagua et al. 1995, Andreu et al. 2000). Estas diferencias son coherentes con un régimen térmico más extremo de los meses de febrero y julio en la población estudiada respecto a Doñana, así como con el régimen temporal de precipitaciones. En la zona de estudio, en febrero, las temperaturas medias aún se mantienen en torno a los 10°C, mientras que en Doñana ya superan los 12°C (Andreu 1987). Y en

Mes/periodo	1 (act. / inact.)	2 (act. / inact.)	3 (act. / inact.)	4 (act. / inact.)	5 (act. / inact.)
enero	0/0	0/0	0/4	0/5	0/2
febrero	1/1	0/4	1/10	1/7	0/5
marzo	0/1	0/12	12/23	1/8	0/8
abril	0/14	3/25	16/37	4/34	0/40
mayo	0/19	6/32	10/44	5/45	1/40
junio	0/34	7/48	3/47	1/53	2/77
julio	0/23	0/22	1/24	0/22	0/48
agosto	0/23	0/19	0/19	0/15	2/58
septiembre	1/16	1/21	0/24	0/19	0/38
octubre	0/15	1/27	4/50	4/20	1/54
noviembre	0/12	1/35	1/34	0/30	0/38
diciembre	0/0	0/4	0/7	0/0	0/0

Tabla 4. Número de tortugas activas/inactivas encontradas mensualmente en cada uno de los periodos del día.
Table 4. Number of activ/inactiv tortoises monthly found in each daily period.

	T	p	Significación
febrero	2,62	0,6232	n.s.
marzo	13,43	0,0094	**
abril	28,13	0,0000	***
mayo	12,13	0,1640	n.s.
junio	9,80	0,0439	*
julio	1,79	0,7743	n.s.
agosto	1,94	0,7459	n.s.
septiembre	3,10	0,5412	n.s.
octubre	6,60	0,1587	n.s.
noviembre	2,06	0,7238	n.s.

Tabla 5. Resultado de la comparación (modelos log-lineales) del número de observaciones de tortugas radiorastreadas que se encontraron activas en los distintos periodos del día en cada mes. n.s. = ausencia de significación; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$.
Table 5. Comparison (log-lineal model) of the number of active tortoises found during each two-hours daily period considered in this study. n.s. = no significant; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$.

tos fueron de pequeña longitud que no superaron los 50 m/ semana. En junio ocurre lo mismo que en mayo, pero además varias hembras permanecieron alguna semana sin moverse. Durante el verano (julio y agosto), se prolongan los periodos sin desplazamientos y sólo se interrumpieron por movimientos cortos de algunas hembras. En septiembre y octubre todas las hembras se movieron aunque los desplazamientos fueron de pequeña longitud y, además, cesaron algunas semanas. En octubre los desplazamientos fueron más cortos (hasta 30 m/ semana) que en septiembre (hasta 70 m/semana). En noviem-

bre, diciembre y enero, no se detectaron desplazamientos, excepto dos hembras que se movieron unos pocos metros a principios de noviembre.

Actividad diaria

En la Tabla 4 se indica el número de observaciones de tortugas encontradas activas e inactivas mensualmente en cada uno de los momentos del día. Como se observa en la Tabla 5 se obtuvieron diferencias en los meses de marzo, abril y ju-

	<i>n</i>	media	SD	<i>U</i>	<i>p</i>	Significación
enero	9	0	0			
enero vs febrero				0,6130	0,5400	n.s.
febrero	20	1,66	5,25			
febrero vs marzo				4,8870	0,0000	***
marzo	16	32,15	14,32			
marzo vs abril				3,0040	0,0027	**
abril	26	75,49	34,31			
abril vs mayo				2,8900	0,0039	**
mayo	34	40,32	28,23			
mayo vs junio				0,9050	0,3657	n.s.
junio	32	35,2	29,66			
junio vs julio				3,7410	0,0002	***
julio	22	9,67	17,5			
julio vs agosto				0,2030	0,8395	n.s.
agosto	25	10,59	17,31			
agosto vs septiembre				2,0570	0,0396	*
septiembre	22	18,07	16,85			
septiembre vs octubre				2,0060	0,0448	*
octubre	29	8,56	9,35			
octubre vs noviembre				3,2650	0,0011	**
noviembre	20	1,31	4,44			
noviembre vs diciembre				0,0000	0,7378	n.s.
diciembre	6	0	0			
diciembre vs enero				-0,0590	0,9530	n.s.

Tabla 3. Distancias medias mensuales recorridas por hembras de *Testudo graeca* y comparación de las distancias entre pares mensuales. *n* = número de observaciones; *x* = distancia media; *s* = desviación estándar; n.s. = ausencia de significación; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$.

Table 3. Mean monthly distances moved by females of *Testudo graeca* and monthly comparison. *n* = number of observations; *x* = mean distance ; *s* = standard deviation; n.s. = no significant; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$.

chos se movieron aunque fueron desplazamientos relativamente cortos que no superaron los 63 m/semana. En los meses de abril y mayo las distancias son significativamente mayores y con desplazamientos de hasta 135 m/semana y durante todas las semanas se observaron desplazamientos. En junio se detectaron también grandes movimientos, hasta 150 m/semana aunque hubo periodos, de seis a trece días, en las que no hubo movimientos, es por esto que en conjunto los desplazamientos de junio son menores que los de abril y mayo. En julio y agosto únicamente hubo pequeños desplazamientos, no superiores a 50 m/semana, de tres de los machos. En septiembre y octubre, todos los machos se movieron aunque no de una manera continua ya que, en estos meses, pasaron semanas en

las que no se observaron desplazamientos, los desplazamientos máximos fueron de casi 90 m/semana. En noviembre y diciembre, ningún macho se movió, excepto dos de ellos que realizaron un desplazamiento corto, de unos pocos metros (6-10 m/semana) y, en el mes de enero, no se observaron desplazamientos.

En el caso de las hembras, en febrero, se detectaron movimientos cortos, de unos pocos metros, en tres de ellas, y es a partir del mes de marzo cuando todas las hembras se desplazaron, en este mes las distancias variaron de 4 a 54 m/semana. En abril se detectan las mayores distancias, hasta 170 m/semana. Durante todo el mes de mayo, se movieron las seis hembras radiorastreadas, aunque el 68% de estos movimien-

	<i>n</i>	media	SD	<i>U</i>	<i>p</i>	Significación
enero	7	0	0			
enero vs febrero				0,7520	0,4519	n.s.
febrero	8	1,66	5,25			
febrero vs marzo				1,8720	0,0612	n.s.
marzo	6	32,15	14,32			
marzo vs abril				2,3240	0,0201	*
abril	13	72,49	34,31			
abril vs mayo				1,1890	0,2345	n.s.
mayo	14	40,32	28,23			
mayo vs junio				3,1020	0,0019	**
junio	24	35,2	29,66			
junio vs julio				2,5270	0,0115	*
julio	17	9,67	17,5			
julio vs agosto				0,5380	0,5905	n.s.
agosto	22	10,59	17,31			
agosto vs septiembre				3,1440	0,0017	**
septiembre	17	18,07	16,85			
septiembre vs octubre				0,8270	0,4084	n.s.
octubre	17	8,56	9,35			
octubre vs noviembre				2,6350	0,0084	**
noviembre	12	1,31	4,44			
noviembre vs diciembre				-0,0470	0,9626	n.s.
diciembre	6	0	0			
diciembre vs enero				0,4290	0,6682	n.s.

Tabla 2. Distancias medias mensuales recorridas por machos de *Testudo graeca* y comparación de las distancias entre pares mensuales. *n* = número de observaciones; *x* = distancia media; *s* = desviación estándar; n.s. = ausencia de significación; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$.

Table 2. Mean monthly distances moved by males of *Testudo graeca* and monthly comparison. *n* = number of observations; *x* = mean distance; *s* = standard deviation; n.s. = no significant; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$.

viembre solamente hubo tres localizaciones de individuos activos y, durante diciembre y enero, todas las tortugas permanecieron inactivas.

Comparando el porcentaje de tortugas activas encontradas cada mes y mediante el procedimiento de la partición de la tabla de χ^2 se obtuvieron cinco grupos de meses con actividad similar (Tabla 1), que se corresponden con: i) marzo, abril y mayo, con un mayor porcentaje de tortugas activas; ii) junio, mes en el que la actividad comienza a decaer; iii) julio y agosto, cuando la actividad es muy limitada; iv) septiembre mes en el que la actividad de las tortugas aumenta; v) octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero, cuando la actividad de las tortugas es muy baja o nula.

Distancias medias mensuales

Al comparar las distancias medias de machos y hembras en el conjunto del año no se encontraron diferencias significativas ($U = 65$; $p = 0,7072$) y por meses se obtuvieron diferencias únicamente en mayo ($U = 1.962$; $p = 0,0498$), mes en el que todas las tortugas se movieron pero los machos realizaron mayores desplazamientos que las hembras (Fig. 4). En las Tablas 2 y 3 se indican los resultados del test de Mann-Whitney de comparación de distancias medias entre meses consecutivos para machos y para hembras respectivamente.

En el mes de febrero se detectó el desplazamiento de sólo dos de los machos radiorastreados. En marzo todos los ma-

	g.l.	χ^2	<i>p</i>	Significación
año completo	11	89,39	0,0000	***
mar vs abr vs may	2	1,14	0,5655	n.s.
(mar + abr + may) vs jun	1	10,17	0,0014	**
jul vs ago	1	2,14	0,1437	n.s.
jun vs (jul + ago)	1	7,76	0,0053	**
(jul + ago) vs sep	1	7,09	0,0078	**
oct vs nov vs dic vs ene vs feb	4	4,53	0,3391	n.s.
sep vs (oct + nov + dic + ene + feb)	1	8,84	0,0029	**
(mar + abr + may) vs (oct + nov + dic + ene + feb)	1	59,7	0,0000	***

Tabla 1. Comparación de las observaciones mensuales de tortugas radiorastreadas activas e inactivas (test de χ^2). n.s = ausencia de significación; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$.

Table 1. Monthly comparison of the active and inactive tortoises observations (χ^2 test, $p < 0.05$). n.s. = no significant; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$.

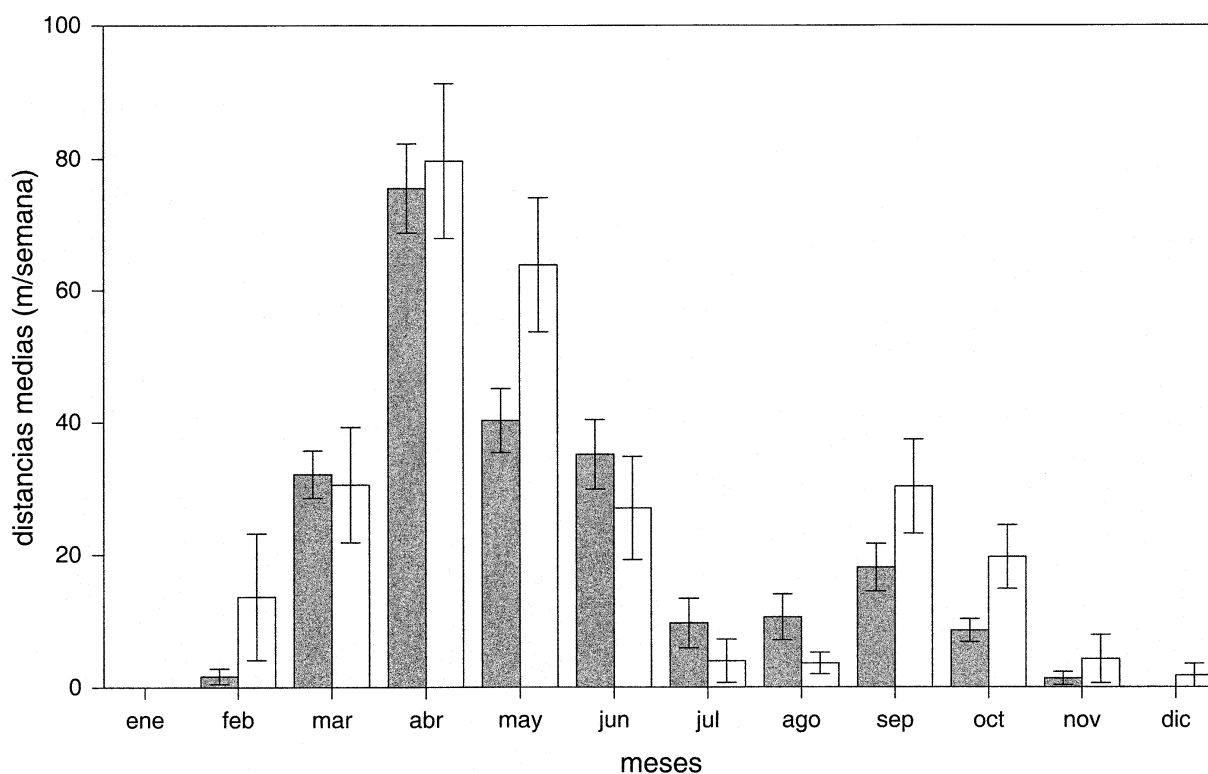


Figura 4. Distancias medias mensuales recorridas por las tortugas radiorastreadas durante el periodo de estudio. Las barras claras representan a las hembras y las oscuras a los machos. Las líneas verticales expresan el error estándar.

Figure 4. Monthly mean distance moved by the tortoises. The females are represented by the light bars and the males by the dark bars. The vertical lines represent the standard error.

En febrero únicamente se observaron tres individuos activos. En marzo todas las tortugas se encontraron activas en algún momento. En los meses de abril, mayo y junio, ningún individuo permaneció inactivo aunque varió la proporción de veces que se encontró cada tortuga activa e inactiva, por ello los porcentajes de tortugas activas no alcanza el 100% en nin-

guno de estos meses. En julio, solamente se encontró un individuo activo y en agosto cuatro individuos. En septiembre, el número de observaciones de tortugas activas aumenta aunque hubo cuatro individuos que permanecieron inactivos durante todo el mes. En octubre disminuye el número de tortugas que se encontraron activas, únicamente siete individuos. En no-

calizaciones de semanas consecutivas mediante el programa de análisis espacial Ranges V (Kenward & Hodder 1996). En el caso de que el intervalo entre localizaciones semanales fuera distinto a siete días, estas distancias fueron corregidas proporcionalmente para que fueran comparables a intervalos de 7 días, de la siguiente manera: $7 \times (\text{Longitud} / \text{n}^\circ \text{ de días entre localizaciones})$.

Para comparar los porcentajes de tortugas activas encontradas cada mes se utilizó el test de χ^2 , realizando un análisis parcial por particiones de tabla para determinar las clases responsables de la significación y determinar la estacionalidad de la actividad (Martín & Luna 1990). El test de Mann-Whitney se utilizó para comparar mensualmente las distancias medias entre localizaciones semanales de los individuos radiotrazados. Cuando se compararon las distancias recorridas por los machos y por las hembras en todo el ciclo anual se aplicó la corrección de Bonferroni ($\alpha = 0.05 / 12 = 0.0042$).

Para estudiar la actividad diaria se dividió el periodo del día con luz en cinco tramos horarios con una duración aproximada de dos horas cada uno; éstos varían a lo largo del año según la duración del día. Se utilizó el número de tortugas activas e inactivas encontradas al cabo del mes en cada uno de los periodos del día para describir el patrón diario de acti-

vidad a lo largo del año. En el análisis de los datos se utilizaron modelos log-lineales para determinar si la actividad diaria se distribuye independientemente del momento del día o si, por el contrario, existe una mayor actividad en alguno de los periodos del día seleccionados; el test de Freeman-Tukey se aplicó para detectar la significación. Además, se utilizaron los valores parciales de Chi-cuadrado para determinar qué momento del día es responsable de la significación, es decir, en qué periodo hay más observaciones de tortugas activas de las esperadas.

Resultados

Actividad estacional

Observaciones de tortugas activas e inactivas

Al comparar los porcentajes de machos y hembras activos mensualmente, no se encontraron diferencias significativas ($\chi^2 = 68, p = 0,1306$), por lo tanto, para estos análisis se agruparon las observaciones de machos y de hembras (Fig. 3).

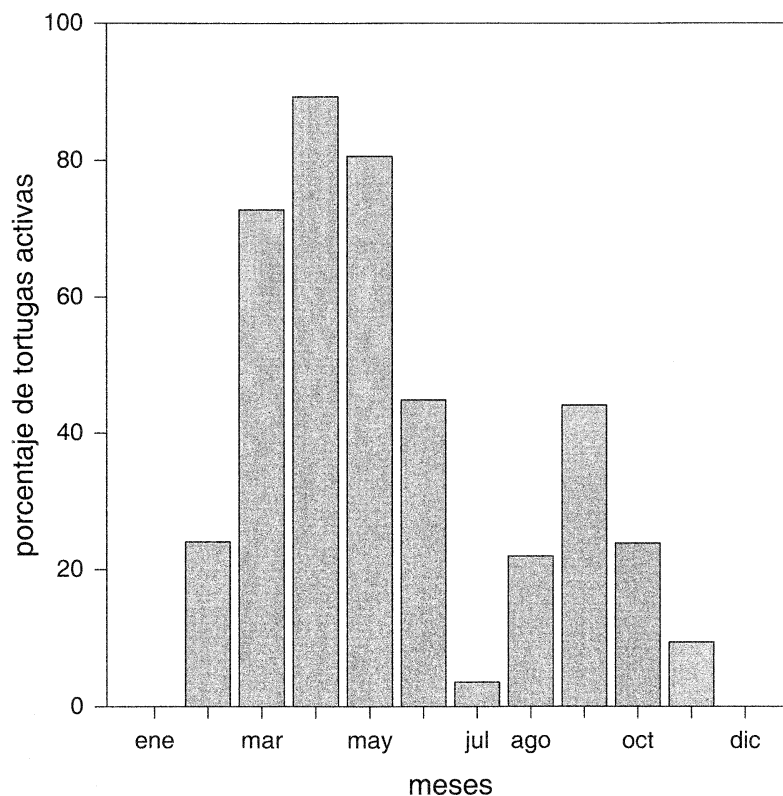


Figura 3. Porcentaje de observaciones de tortugas que se encontraron activas respecto del total de observaciones de cada mes cada mes. El número de observaciones mensuales es: Nenero: 11, Nfebrero: 28, Nmarzo: 48, Nabril: 84, Nmayo: 89, Njunio: 84, Njulio: 51, Nagosto: 55, Nseptiembre: 59, Noctubre: 86, Nnoviembre: 62, Ndiciembre: 11.

Figure 3. Percentage of active radiotracked tortoises found each month. The number of monthly observations is: NJanuary: 11, NFebruary: 28, NMarch: 48, NApril: 84, NMay: 89, NJun: 84, NJuly: 51, NAugust: 55, NSeptember: 59, NoOctober: 86, NNovember: 62, NDicember: 11.

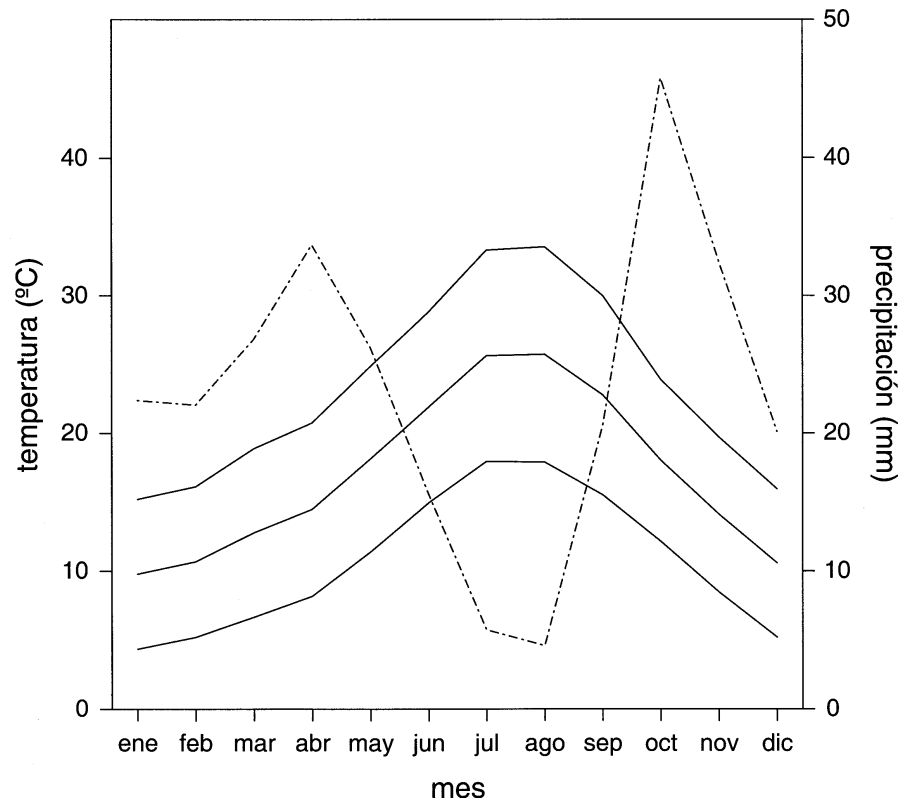


Figura 1. Bioclimodiagrama de Puerto Lumbreras (UTM 619000, 4154000). Las líneas continuas indican la temperatura máxima, media y mínima mensual y la discontinua la precipitación mensual.

Figure 1. Climatological statistics for Puerto Lumbreras (UTM 619000, 4154000). The continuous lines indicates the maximum, mean and minimum monthly temperature and the discontinuous one the monthly precipitation.

tel, Barcelona) (Fig. 2). Cada emisor posee una frecuencia determinada (entre 149.231 y 149.591) que se capta a través de un receptor (modelo Rx.AY-400 ch.M.V.) unido a una antena direccional que permite distinguir y localizar exactamente a cada uno de los individuos. Las localizaciones de los individuos se georreferenciaron con un GPS (Trimble, modelo Geoexplorer 2) con una precisión media de 3 m.

El radioseguimiento de los once individuos se llevó a cabo de abril de 1998 a noviembre de 1999. Las tortugas se localizaron semanalmente durante todo el periodo de estudio aunque, según las semanas, el intervalo entre localizaciones varió de cinco a siete días. Además las once tortugas se localizaron una vez al día en la época estival e invernal y hasta cinco veces en los periodos de máxima actividad (durante la primavera y el otoño), con intervalos aproximados de dos horas entre observaciones.

Para el estudio de la actividad estacional se utilizaron dos medidas, calculándose para machos y hembras por separado. Por un lado, el porcentaje de observaciones mensuales de las tortugas radiorastreadas que se encontraron activas respecto al total de individuos localizados. Se consideró que una tortuga estaba inactiva cuando se encontraba total o parcialmente oculta bajo la vegetación o bajo tierra y no había indicios de



Figura 2. Una de las tortugas con emisor.

Figure 2. One tortoise carrying a radiotransmitter.

que hubiera estado activa en ningún momento de ese día. En caso contrario, se consideró que estaba activa cuando realizaba actividades de comer, solearse, andar, etc. o bien cuando se sabía, por observaciones consecutivas, que había estado activa en algún momento de ese día.

Por otro lado, se utilizó la media mensual de las distancias entre localizaciones semanales. Las distancias se estimaron como la longitud de la línea recta comprendida entre lo-

1999. Radiolocations were weekly and each individual was located between three and five times per day. In order to study the seasonal activity pattern we used the distances moved by the tortoises and the number of active and inactive tortoises. Daily activity pattern was assessed dividing the day into five periods and comparing the number of active tortoises in each periods. Our results describe a principal activity period during spring and an inactivity one during winter. The species can be active during autumn and be inactive during summer also, but in those cases the activity or inactivity are less intensive than during spring and winter respectively and it varies greatly among individuals. In general terms, the results are similar to those found at Southwestern Spain, but not to those found in Southern Morocco where there is no hibernation because they have moderate temperatures favourable for the species during winter. On the other hand, the differences with the population of Doñana are the duration of the activity period and the dates when the autumn activity period occurs. These differences could be explained as a consequence of the climatological differences between these two sites. The ultimate result is a much longer activity period in Doñana that could explain the bigger body size in the population of Doñana.

Key words: *Testudo graeca*, Southeastern Spain, Radio-tracking, Daily activity pattern, Seasonal activity pattern.

Introducción

Los reptiles son animales ectotermos, es decir requieren de una fuente de calor externa para poder regular su temperatura corporal, y por tanto su actividad está estrechamente ligada a las condiciones ambientales presentes, entrando en periodos de inactividad cuando las condiciones meteorológicas no son favorables. Este hecho determina que, bajo climas con una marcada estacionalidad como el mediterráneo, los reptiles, entre ellos *Testudo graeca graeca*, adapten su ciclo de actividad anual acorde con las condiciones climáticas reinantes. Así, los patrones de actividad de sus poblaciones varían a lo largo del año y cambian, en mayor o menor medida, según las condiciones ambientales de cada zona. Esta circunstancia determina ciertas variaciones en su historia natural como su tasa de crecimiento, edad de madurez o tamaño del individuo adulto y por tanto su eficiencia biológica que, en último término, condiciona su distribución y abundancia (Willemsen & Hailley 1999).

La tortuga mora se distribuye por el entorno mediterráneo, principalmente en el norte de África (Marruecos, Argelia, Libia y Túnez). En Europa, únicamente existen poblaciones en las islas Baleares, en el Parque Nacional de Doñana (Huelva) y, en una mayor extensión, en el sureste peninsular (provincias de Almería y Murcia) (López Jurado et al. 1979). Actualmente, el origen autóctono o alóctono de la especie en España es un tema en discusión (VV.AA. 2001). Se sabe que las poblaciones de Baleares fueron introducidas y que en Doñana se llevaron a cabo algunas reintroducciones (Andreu et al. 2000), sin embargo no se dispone de información sobre

introducciones relevantes en las poblaciones del sureste peninsular. El ciclo de actividad estacional de la especie ha sido descrito en las poblaciones del suroeste de Marruecos (valle del río Souss) y en el suroeste de la Península Ibérica (Parque Nacional de Doñana) (Bayley & Highfield 1996, Díaz-Paniagua et al. 1995), sin embargo, en el sureste peninsular no se han estudiado con precisión los patrones de actividad de *Testudo graeca graeca*. En el presente trabajo se describe el patrón de actividad estacional y diario de machos y hembras de tortuga mora en el sureste ibérico y se compara con el comportamiento en otras poblaciones.

Material y Métodos

El trabajo de campo se realizó en la Sierra de Almenara (término municipal de Lorca, Murcia), concretamente en la cabecera de la rambla de La Galera (UTM 619000, 4154000). En este área, la vegetación dominante se compone de albardales (*Anthyllis cytisoides* L.), romerales (*Rosmarinus officinalis* L.), espartales (*Stipa tenacissima* L.) y pequeñas manchas cultivadas con cebada (en los fondos de rambla). El clima es semiárido, con unas precipitaciones medias en torno a 296 mm al año, que ocurren principalmente en otoño, y unas temperaturas medias anuales elevadas (18-19°C) (Ramírez et al. 1990). En la Figura 1 se representa el climodiagrama de una localidad cercana al área de estudio (Puerto Lumbreras; UTM 605000, 4155000).

En el presente estudio se equiparon a seis hembras y cinco machos con radioemisores (modelo TRS2, AYAMA Segu-

Patrones de actividad estacional y diaria de la tortuga mora (*Testudo graeca* L. 1758 ssp. *graeca*) en el sureste de la Península Ibérica

Irene Pérez¹, Andrés Giménez², José Daniel Anadón¹, Marcelo Martínez¹ & Miguel Ángel Esteve¹

¹ Dpto. de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Espinardo (Murcia). E-mail: ireperez@um.es

² Área de Ecología. Dpto. de Biología Aplicada. Universidad Miguel Hernández. Campus de Orihuela. 03312 Orihuela (Alicante). E-mail: agimenez@umh.es

Resumen

Correspondencia

I. Pérez

E-mail: ireperez@um.es

Tel.: + 34 968 364985

Recibido: 8 Mayo 2001

Aceptado: 31 Enero 2002

En la Sierra de Almenara (Murcia) se siguieron, durante un año y medio, once individuos de *Testudo graeca graeca* (seis hembras y cinco machos) mediante técnicas de radiorastreo para describir el patrón de actividad estacional y diario, localizando cada individuo semanalmente y hasta cinco veces al día. Para el estudio de la actividad estacional se utilizaron los porcentajes de observaciones mensuales de tortugas activas e inactivas y las distancias medias mensuales entre localizaciones semanales, y para la diaria se dividió el periodo del día con luz en cinco tramos horarios y se utilizó el número de individuos activos en cada uno de los periodos. Los resultados obtenidos describen un periodo principal de actividad durante la primavera y otro de inactividad en invierno. Además, en otoño la especie puede entrar en actividad, pero en este caso el periodo es de menor intensidad que en primavera, variando entre individuos, al igual que ocurre con el periodo de inactividad veraniega. En términos generales, los resultados obtenidos se asemejan a los observados en la población del suroeste peninsular, sin embargo, las poblaciones del suroeste de Marruecos no poseen esta estacionalidad bimodal ya que la especie no hiberna por disfrutar, durante el invierno, de unas temperaturas ambientales moderadas y favorables para la especie. Por otra parte, las principales diferencias encontradas con la población de Doñana, la duración del periodo de actividad primaveral, más prolongado en el suroeste, y las fechas en que ocurre el periodo de actividad otoñal, anticipadas en el sureste, parecen deberse a diferencias en el régimen térmico y pluviométrico de ambas regiones. El resultado es un periodo de actividad más prolongado en Doñana que en la población de estudio, lo que podría explicar el mayor tamaño de los individuos del suroeste.

Palabras clave: *Testudo graeca*, Sureste de España, Radioseguimiento, Patrón de actividad diaria, Patrón de actividad estacional.

Abstract

Seasonal and daily activity patterns of spur-thighed tortoise (Testudo graeca L. 1758 ssp. graeca) in the Southeastern Spain.

In the present study we describe the seasonal and daily activity patterns of the spur-thighed tortoise (*Testudo graeca graeca*) in the Southeastern Spain. We radiotracked eleven individuals (six females and five males) in the Sierra de Almenara (Murcia) between April 1998 and November