MUNIBE (Suplemento/Gehigarria)	nº 25	272-280	DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN	2007	D.L. SS-1108/07

Efectos de una traslocación con fines conservacionistas sobre los patrones de movimiento de la tortuga mora (*Testudo graeca*) en el sureste de la Península Ibérica

A conservationist traslocation effects on movement patterns of spur-thighed tortoise (*Testudo graeca*) in South-Eastern Spain

Alicia Montesinos[1,2]*, José Daniel Anadón[1], Andrés Giménez[1], Raúl Sempere[1], Ignacio Mora[1], Emilio Díez de Revenga[3] & Jorge Sánchez[3]
[1]Área de Ecología. Universidad Miguel Hernández. Edif. Torreblanca. Campus de Elche. Avda/ Ferrocarril s/n., 03202 Elche. España.
[2]Dirección actual: Dpto. Ecología Integrativa. Estación Biológica Doñana. CSIC.
Av. Maria Luisa s/n, 41013 Sevilla. España.
[3]AMBIENTAL S.L. C/ González Adalid 11, 30001 Murcia. España.
*amontesinos@ebd.csic.es

RESUMEN

El creciente desarrollo de actividades socioeconómicas, especialmente infraestructuras, urbanizaciones y transformaciones agrícolas, supone una importante pérdida de hábitat para especies amenazadas, como es el caso de la tortuga mora *Testudo graeca graeca* en el sureste Ibérico. En algunos casos las evaluaciones de impacto ambiental de estas actividades incluyen como medida correctora la traslocación de individuos del área afectada; sin embargo no se conoce en detalle la efectividad de esta acción. En un área afectada por transformaciones de este tipo se han seguido durante dos años con radioemisor seis hembras traslocadas y seis no traslocadas (control) y se han estudiado los efectos de la traslocación sobre los patrones de movimiento. Las tortugas traslocadas, a diferencia de las control, recorren largos desplazamientos erráticos que van disminuyendo a lo largo de la siguiente primavera después de su traslocación. En este periodo de actividad las tortugas traslocadas cubrieron una mayor área de campeo que las tortugas control. Este comportamiento parece amortiguarse en el segundo año en el que, aunque no se encuentran diferencias estadísticamente significativas, las distancias y áreas de campeo siguen siendo mayores que en los animales control. Se ha observado una tendencia en 2 de las 6 hembras traslocadas a acercarse a la zona donde fueron capturadas. Los resultados permiten hacer algunas sugerencias a tener en cuenta en futuras traslocaciones, necesarias para el rescate de animales afectados por procesos de pérdida de hábitat, en particular sobre las distancias de las traslocaciones y la superficie de hábitat adecuado que se requieren.

PALABRAS CLAVE: Traslocación, *Testudo graeca*, patrón de movimiento, área de campeo

ABSTRACT

The increasing development of socioeconomic activities especially new resident areas, infrastructures and agriculture transformations, can cause an important habitat loss for threatened species, as it is the case of the spur-thighed tortoise *Testudo graeca* in south-eastern Spain. Relocation of animals is sometimes proposed as a mitigation measure in environmental impact studies. However, the effectiveness of this conservation action has not been studied in detail so far. This work has studied the movement patterns of tortoises affected by a relocation programme. Here, six relocated and six control (non-relocated) females, which were in a similar place a few kilometres away, were monitored during 2 years using radio-transmitters. Relocated tortoises carry out large erratic movements which were decreasing along the following spring after the relocation. During this spring, relocated tortoises scored larger home ranges than non-relocated. This behaviour becomes softer the second year after the relocation when, although no statistics differences were found, the mean distances scored and home range sizes covered by the relocated tortoises were still larger than control individuals. Two out of six relocated females shown homing behaviour. The results of this study allow to make some suggestions, mainly related to relocation distances and the proper optimum habitat area that these actions require, that could be taken into account in future relocations of *Testudo graeca*.

KEY WORDS: Relocation, *Testudo graeca*, movement pattern, home range

LABURPENA

Jarduera sozioekonomikoen garapen gero eta handiagoak (eta batez ere azpiegiturek, urbanizazioek eta nekazaritza-eraldakuntzak eurekin dakartenak), habitat-galera handia sortarazi dute espezie mehatxatuen artean, Iberiako hegoaldean *Testudo graeca graeca* dortoka greziarraren kasuan bezala. Zenbaitetan, jarduera horien ingurumen-inpaktuaren azterketek, erasana izan den eremuko indibiduoak traslokatzea edo berriz kokatzea ekarri izan dute eurekin neurri zuzentzaile modura, ekintza horren eraginkortasuna norainokoa den, jakin, ez badakigu ere. Mota horretako eraldakuntzen eragina jasan duen eremu batean, traslokatuak izan diren sei emeri (irrati-igorgailua) eta traslokatuak izan ez diren beste sei emeri (kontrola) jarraipena egin zitzaien bi urtez, eta traslokazioak mugimendu-ereduetan dauzkan ondorioak aztertu dira. Traslokaturiko (edo berriz kokaturiko) dortokek, kontrola jaso dutenek ez bezala, lekuz aldatzeko distantzia handiak egiten dituzte, zeinak urriagotzen baitoaz traslokatuak izan zirenetik hurrengo udaberrira bitartekoan. Denboraldi horretan, berriz kokaturiko dortokek kontrolaturiko dortokek baino landa-eremu handiagoa hartu zuten. Jokabide hori badirudi bigarren urtean moteltzen dela; hala ere, bigarren urte horretan, nahiz-eta estatistika aldetik hauteman diren aldeak handiegiak ez izan, kanpeoek eta distantziek kontroleko animaliekin egindakoek baino nabarmen handiagoak izaten jarraitzen dute. Traslokatuak izan diren 6 emetatik 2ri, harrapatuak izan zireneko lekura itzultzeko joera antzeman zaie. Lortutako emaitzek zenbait iradokizun egiteko aukera ematen dute, etorkizunean egin beharreko traslokazioetan kontuan izan beharrekoak, habitata galtzearen prozesuen ondorioak jasan dituzten animaliak salbatzearren eta batez ere, egin beharreko traslokazio-distantziei buruz eta habitat-eremu egokiei buruz gehiago jakitearren.

GAKO-HITZAK: Traslokazioa, *Testudo graeca*, mugimendu-eredua, kanpeo-eremua

INTRODUCCIÓN

El creciente desarrollo de actividades urbanísticas y agrícolas, con sus infraestructuras asociadas, supone muchas veces una importante pérdida de hábitat para especies amenazadas. Este es el caso de la tortuga mora *Testudo graeca* en el sureste ibérico. En ocasiones, la traslocación de ejemplares se ha propuesto como medida correctora en estudios de impacto ambiental de infraestructuras que afectan a poblaciones de tortuga (Guyot & Clobert, 1997). Sin embargo, la efectividad de las traslocaciones como medida de conservación es un tema que sigue en discusión (Dodd & Seigel, 1991; Burke, 1991; Fisher & Lindenmayer, 2000; Seigel & Dood, 2000, 2002; Edgar *et al.*, 2005). Así mismo, los efectos derivados de las traslocaciones, en relación a la alteración de los patrones de movimiento de los ejemplares traslocados, pueden tener implicaciones en la conservación de estas especies. El comportamiento de Testudo graeca condiciona su detectabilidad en el campo (Lambert, 1981). Una mayor detectabilidad de la especie, causada por la alteración de los patrones de movimiento, puede incrementar una de las principales amenazas para esta especie: la captura de individuos como animales de compañía (Pérez *et al.*, 2004). Para el caso de otra tortuga terrestre (*Ghopherus polyphermus*), se ha comprobado en Estados Unidos que la traslocación de individuos aumenta las distancias recorridas por los ejemplares traslocados, siendo estos efectos más predominantes durante el primer año después de la traslocación (Tuberville *et al.*, 2005). Sin embargo, no se tienen resultados congruentes en cuanto a si las tortugas terrestres reconocen los lugares de refugio y cría dentro del área de campeo (Chelazzi & Francisci, 1979; Berry, 1986), lo que podría condicionar la afinidad al lugar de suelta en acciones de traslocación de ejemplares.

En este trabajo se estudian los efectos de una traslocación de *Testudo graeca* con fines conservacionistas y se discuten las implicaciones que estos efectos podrían tener en la conservación de esta especie. A partir de una traslocación llevada a cabo como medida correctora de un proyecto urbanístico que se llevará a cabo junto al núcleo principal de la distribución de la especie en el sureste ibérico, en la Sierra de la Almenara (Giménez *et al.*, 2004a) se siguieron durante dos años hembras traslocadas y no traslocadas, con dos objetivos principales: estudiar los efectos de la traslocación sobre los patrones de movimiento de los individuos y determinar la existencia de variabilidad temporal (estacional e interanual) en la intensidad de estos efectos. Se aporta información descriptiva sobre el establecimiento de los ejemplares traslocados en la zona de suelta. Para desarrollar estos objetivos, y en base a la información previa disponible para otras especies similares, se plantean dos predicciones concretas: (1) los ejemplares traslocados alteran su patrón de movimiento recorriendo mayores distancias y cubriendo mayores áreas de campeo que las tortugas no traslocadas; (2) las distancias recorridas y las áreas de campeo descritas por las tortugas traslocadas se atenúan al cabo de un tiempo.

MÉTODOS

El área de estudio incluye la zona sujeta a transformación, de la que se rescataron los ejemplares que posteriormente se traslocaron; la zona de suelta en la que se liberaron los animales y la zona donde se radiosiguieron las tortugas control. Las zonas de captura y suelta de las tortugas traslocadas están situadas en la sierra de Almenara (Lorca, Murcia), distantes 1-2 km entre sí (UTM: 30S 621, 4157; 30S 622, 4156 respectivamente) (Giménez *et al.*, 2004 b) (figura 1). La zona control se encuentra a unos 2-3 km del lugar de la traslocación y está incluida en la Reserva Biológica de "Las Cumbres de la Galera" (UTM 30S 619,4155).

Las tres zonas presentan hábitat óptimo para la especie según los estudios de relación especie-hábitat disponibles (Anadón *et al.*, 2006), están a una altura aproximada de 500 m.s.n.m., con una precipitación media anual en torno a los 290 mm y una temperatura media anual de 17ºC. Geomorfológicamente se caracterizan por ser un pie de monte donde se alternan materiales sedimentarios gruesos y materiales silíceos. La vegetación esta formada principalmente por matorrales de colonización de distintas edades, acompañados de campos de cultivo de secano herbáceo y secano arbóreo abandonados (Giménez *et al.*, 2004b).

Se siguieron con radioemisor (emisores modelo EN-10 y receptor TR-4 de 1-2 km de alcance TinyLoc, Barcelona) 6 hembras traslocadas desde mayo de 2004 hasta enero de 2006, con una periodicidad variable en función de los patrones estacionales de actividad de la especie (Pérez *et al.*, 2002). En primavera las localizaciones fueron semanales, en otoño quincenales y en verano e invierno mensuales. Tres de estos ejemplares no pudieron seguirse en el otoño de 2005 porque dejaron de emitir señal. Los patrones de movimiento de estos ejemplares traslocados se comparan con 6 hembras no traslocadas (control) seguidas desde marzo de 2005 hasta enero de 2006. Todas las localizaciones se registraron con un GPS (Trimble, modelo Geoexplorer) con una precisión media de 10 m.

Para caracterizar el patrón de movimiento se han utilizado descriptores de dos tipos: (1) descriptores lineales que aportan información sobre las distancias recorridas por los ejemplares estudiados y sobre el patrón de movimientos que realizan; (2) descriptores de superficie que estiman el área potencialmente utilizada por las tortugas en cada periodo de estudio. Como descriptores lineales se han considerado la "distancia recorrida entre dos localizaciones consecutivas" correspondiente a la distancia, medida en línea recta y en metros, recorrida por un ejemplar entre dos localizaciones consecutivas y la "distancia total" calculada como la suma de las distancias desde el inicio hasta el final del periodo de tiempo considerado para cada análisis. Las medidas de las distancias recorridas entre dos localizaciones consecutivas se han clasificado según el periodo de la primavera al que correspondían: principio (hasta el 12 de mayo), mediados (del 12 al 30 de mayo) o final (del 30 de mayo al 28 de junio). Como descriptor de superficie se ha empleado el "área del polígono mínimo convexo" (Mohr, 1947), descrita como el polígono de menor tamaño posible que se puede trazar abarcando todos los puntos registrados para cada tortuga (los descriptores lineales y de superficie se han calculado utilizando el software Arc Gis. ESRI 9.0).

Se ha considerado por separado los dos periodos de actividad de la especie (primavera y verano). Debido a que algunos ejemplares fueron encontrados antes que otros, el número de localizaciones no coincide en todos y esto podría afectar el cálculo de las distancias totales recorridas, ya que a mayor número de localizaciones puede hacer que la distancia total (suma de distancias entre dos localizaciones) sea mayor. Para evitar este sesgo se seleccionaron al azar para los análisis tres localizaciones para cada ejemplar (7 localizaciones por tortuga para los análisis relativos a la primavera y 5 para el otoño).

Los efectos de la traslocación sobre los patrones de movimiento de las tortugas se estudiaron comparando los valores medios de los descriptores lineales (distancia media entre dos localizaciones y distancia total) y superficiales (área del polígono mínimo convexo) de las tortugas control y traslocadas. Para este análisis sólo se consideraron las localizaciones de tortugas registradas durante 2005, ya que no se dispuso de grupo control durante 2004. Se realizó un análisis de la varianza considerando los descriptores como variable dependiente, la situación (traslocadas y control) como factor fijo (ANOVA de 1 vía) y el peso de cada tortuga, cuando resultó ser estadísticamente significativo, se incluyó como covariable (Modelo lineal general univariante).

Para estudiar si los efectos que la traslocación pudo ocasionar sobre los desplazamientos de las tortugas traslocadas siguen presentándose un año después de la traslocación, se compararon los valores medios de los descriptores del movimiento anteriormente descritos en las tortugas traslocadas en 2004 y 2005 (un año después de la traslocación). Se realizaron análisis de la varianza considerando los descriptores como variable dependiente, el año como factor fijo (2004 y 2005) (ANOVA de 1 vía) y el peso de cada tortuga, cuando resultó ser estadísticamente significativo, se incluyó como covariable (modelo lineal univariante).

En el caso de las distancias recorridas entre dos localizaciones consecutivas se consideró cada una de las distancias recorridas por una misma tortuga como medidas repetidas de un mismo factor. En todos los casos se aplicó una transformación logarítmica para normalizar los datos. Estos análisis se realizaron utilizando el software SPSS 13.0.

RESULTADOS

Efectos de la traslocación sobre los patrones de movimiento

La comparación de los movimientos realizados durante la primavera de 2005 por las tortugas traslocadas y las tortugas control sugiere que los patrones de movimiento de ambos grupos son marcadamente diferentes. En relación a las distancias recorridas entre dos localizaciones consecutivas se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la interacción entre la situación de las tortugas (control y traslocadas) y las distancias recorridas en los diferentes periodos en que dividimos la primavera (principio, mediados y final) (tabla I). Así las tortugas control recorren distancias similares en los tres periodos de la primavera, mientras que las traslocadas muestran una tendencia a disminuir las distancias recorridas conforme avanza la primavera (figura 1). Sin embargo, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre las tortugas traslocadas y las control ni en primavera (n=6; media ± error estándar: control 67.4±13.56 m, traslocadas: 111.7±20.2 m) ni en otoño (n=6; control 41.87±11.3 m, traslocadas: 58.5±19.3 m).

No se encuentran diferencias cuando se comparan las distancias totales recorridas entre los dos grupos de tortugas (n=6; control: 404.2±81.3 m, traslocadas: 670.3±121.7 m). En cuanto a la superficie del área de campeo descrita en primavera por ambos grupos de tortugas, la superficie resultó ser mayor en las traslocadas (tabla I y figura 2).

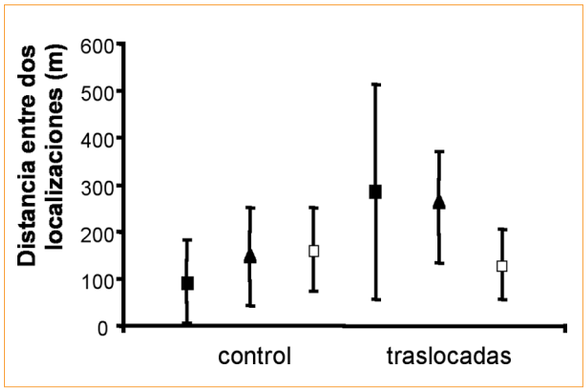

Figura 1. Medias ± Error Estándar de las distancias recorridas entre dos localizaciones consecutivas por las tortugas control (n=6; 64.4±13.6 m) y traslocadas (n=6; 111.7±20.2 m). Se diferenció entre tres periodos distintos de la primavera: principios (cuadrado relleno), mediados (triángulo) y finales (cuadrado vacío).

Figure 1. Mean ± Standard Error of the distances scored between two consecutive locations of non-relocated (n=6; 64.4±13.6 m) and relocated (n=6; 111.7±20.2 m) tortoises. We distinguished among three different periods during the spring: "at the beginning", "in the middle" and "at the end of the spring".

Descriptor	Factor	df	F	p
Distancias entre dos localizaciones	Situación	1	3.39	0.09
	Error	10		
	Periodo de la primavera	1	0.12	0.73
	Situación x Periodo	1	4.51	0.05
	Error	10		
	Situación	1	3.79	0.08
Distancia total	Error	11		
	Situación	1	35.75	0.00
Área	Peso	1	6.50	0.03
	Error	9		

Tabla I. Resultados de los modelos lineales generales mediante los que se comparan los distintos descriptores para los movimientos realizados en la primavera de 2005 por las tortugas control y traslocadas. El factor "situación" tiene dos niveles: traslocadas y control, y el factor "periodo" tres niveles: principios, mediados y finales de la primavera.

Table I. General linear models results in which movement descriptors have been compared between relocated and non-relocated tortoises in spring 2005. The factor "location" has 2 levels, "relocated" and "non-relocated" and period has 3 levels: "at the beginning", "in the middle" and "at the end of the spring".

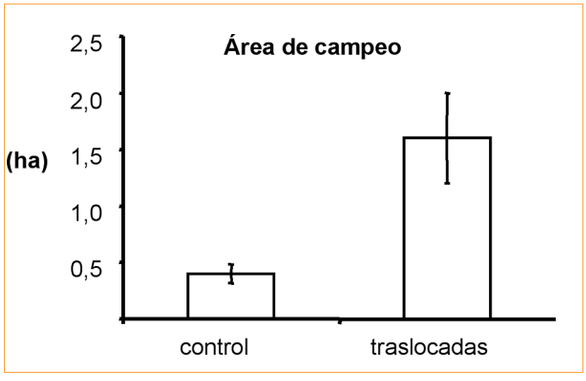

Figura 2. Durante la primavera de 2005: Medias ± Error Estándar de la superficie de las áreas de campeo descritas por las tortugas control (n=6; 0.4±0.1 ha) y traslocadas (1.6 ±0.4 ha).

Figure 2. During spring 2005: Mean ± Standard Error of the home range surface covered by non-relocated (n=6; 0.4±0.1 ha) and relocated tortoises (1.6 ±0.4 ha).

Durante el siguiente otoño (2005) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tortugas traslocadas y control en ninguno de los descriptores (n: control=6, traslocadas=3; Distancia entre dos localizaciones control: 41.9±11.4 m, traslocadas: 58.5±19.3 m; Distancia total control: 167.5±45.3 m, traslocadas: 234.0±77.3 m; Área de campeo control: 0.1±0.1 ha, traslocadas: 0.4 ±0.1 ha) (tabla II.).

Descriptor	Factor	df	F	p
Distancias entre dos localizaciones	Situación	1	3.34	0.57
	Error	7		
	Periodo de la primavera	1	3.89	0.08
	Situación x Periodo	1	0.79	0.40
	Error	7		
	Situación	1	0.05	0.39
Distancia total	Error	8		
	Situación	1	0.22	0.65
Área	Peso	1	5.20	0.06
	Error	6		

Tabla II. Resultados de los modelos lineales generales en los que se comparan los distintos descriptores del movimiento considerando los movimientos realizados en el otoño de 2005 por las tortugas control y traslocadas. El factor "situación" tiene dos niveles: traslocadas y control, y el factor "periodo" tres niveles: principios, mediados y finales de la primavera.

Table II. General linear models results in which movement descriptors have been compared between relocated and non-relocated tortoises in fall 2005. The factor "location" has 2 levels "relocated" and "non-relocated" and period has 3 levels: "at the beginning", "in the middle" and "at the end of the spring".

Variabilidad temporal de los efectos de la traslocación

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los años 2004 y 2005 al comparar los movimientos de primavera de las tortugas traslocadas (n=6; Distancia entre dos localizaciones: 2004: 195.5±58.8 m, 2005: 61.6±13.1 m; Distancia total: 2004: 374.4±120.6 m, 2005: 123.3±26.3 m; Área: 2004: 0.6±0.4 ha, 2005: 0.1±0.05 ha) (tabla III).

Durante el otoño se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la superficie del área de campeo, siendo mayor en 2005 (tabla III y figura 3), y no se encontraron diferencias en el resto de descriptores (n=3; Distancia entre dos localizaciones: 2004: 19.1±8.1 m, 2005: 73.4±21.4 m; Distancia total: 2004: 38.2±16.1 m, 2005: 146.8±42.9 m).

Descriptor	Factor	df	F	p	df	F	p
Distancias entre dos localizaciones	Año	1	3.17	0.10	1	4.80	0.09
	Error	11			5		
Distancia total	Año	1	2.80	0.12	1	4.80	0.09
	Error	11			5		
Área	Año	1	2.73	0.12	1	9.88	0.03
	Error	11			5		

Tabla III. Resultados de los modelos lineales generales en los que se comparan los distintos descriptores del movimiento de las tortugas traslocadas considerando los movimientos estacionales (primavera y otoño) y anuales (2004 y 2005).

Table III. General linear models results in which movement descriptors of relocated tortoises have been compared between 2004 and 2005, taking into account seasonal variation (spring and fall).

Descripción del establecimiento de los ejemplares traslocados

Aunque las tortugas no muestran una dirección predominante clara desde el lugar en el que se liberaron hasta el punto en el que se capturaron por primera vez (dirección NO), podría haber cierta tendencia a moverse predominantemente hacia el oeste, acercándose al lugar de captura (figura 3).

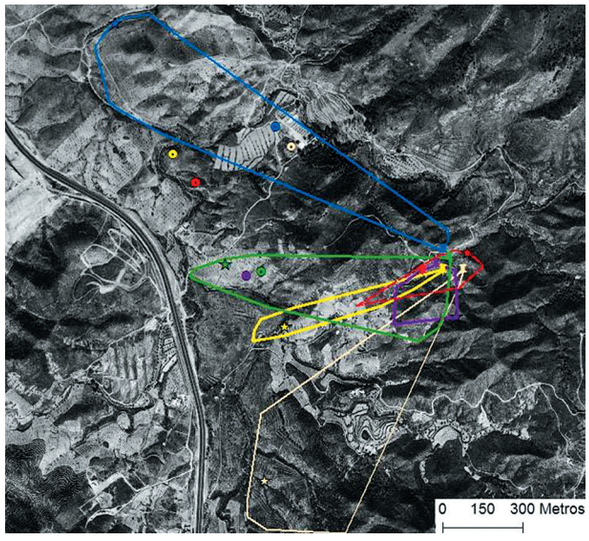

Figura 3. Representación de los lugares de captura y suelta después de la traslocación, últimas localizaciones y polígonos mínimos convexos de las 6 tortugas traslocadas, teniendo en cuenta todas las localizaciones desde el inicio de la traslocación hasta el otoño de 2005. Se indican los lugares donde se capturaron por primera vez (⊙), liberaron tras la traslocación (📌) y localizaron por última vez en el otoño de 2005 (☆).

Figure 3. Representation of capture and releasing sites, last locations and minimum convex polygons of the 6 relocated tortoises, taking into account all locations from their release in the spring of 2004 to autumn 2005. It is shown: the place where it was collected the first time (⊙), where it was released (📌), and its last location in fall 2005 (☆).

Los movimientos de las 6 tortugas traslocadas también se caracterizan por ser muy variables en los patrones de movimiento (figura 4). Dos de las seis tortugas, tras efectuar movimientos erráticos en los que realizan grandes desplazamientos, se aproximan a la zona de su captura y se estabilizan después del estiaje. Otras dos tortugas se alejan de la zona de suelta con movimientos erráticos en la primera primavera, pero no se acercan a la zona en la que fueron capturadas. Y las otras dos se estabilizan después del verano cerca de la zona de suelta.

DISCUSIÓN

Las traslocaciones como medidas de conservación son bastante controvertidas y en ocasiones pueden poner en riesgo las poblaciones recipiente; por ejemplo, por transmisión de enfermedades, aumento de predación o pérdida de variabilidad genética (CUNNINGHAM, 1996; ALBERTS *et al.*, 1998;

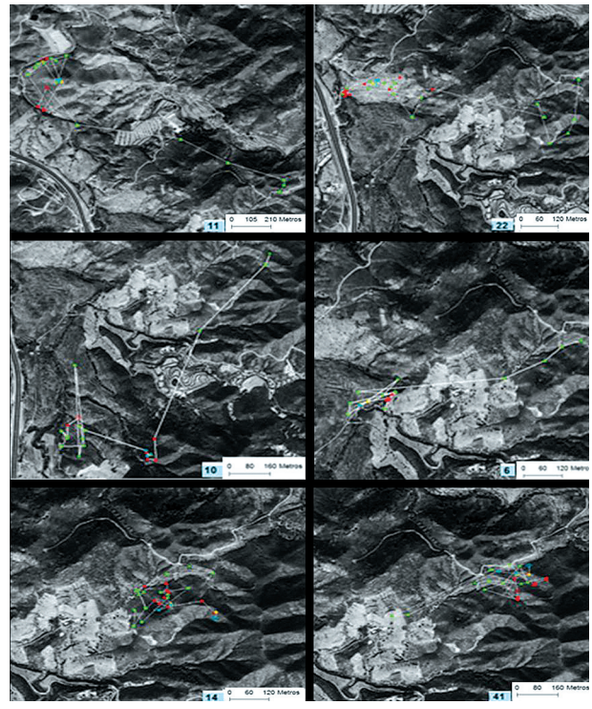

Figura 4. Trayectoria de cada una de las tortugas traslocadas (indicando la marca de cada una de ellas en el recuadro azul dentro de cada mapa, junto a la escala). Los triángulos representan localizaciones de 2004, los círculos de 2005 y cada estación viene representada por un color, siendo primavera verde, otoño amarillo, invierno azul y verano rojo.

Figure 4. Tracking of relocated tortoises from their release in the spring of 2004 to autumn 2005. Different colour and shape codes have been employed to distinguish years (triangles=2004 and circles=2005) and seasons (green=spring, fall=yellow, winter=blue and summer=red). The number in the blue square represents the identifying mark of each tortoise.

BANKS *et al,*. 2002; FICETOLA & DE BERNARDI, 2005). El monitoreo de los ejemplares traslocados y sus interacciones con la población recipiente aportan información sobre la efectividad y las implicaciones de estas medidas. Este conocimiento puede ser aplicable para discernir en qué casos son adecuadas las traslocaciones y proponer mejoras en su diseño de tal manera que se optimice su éxito y se eviten riesgos para las poblaciones silvestres.

En nuestro caso de estudio se han obtenido resultados de interés que tienen implicaciones para el diseño de futuras actuaciones. La traslocación llevada a cabo afectó a los patrones de movimiento de las tortugas traslocadas como preveíamos aumentando las áreas de campeo en el caso de las tortugas traslocadas con respecto a las control. Estas diferencias se dan sobre todo al principio de la primavera de 2005 (durante 2004 no se pudo realizar esta comparación), y tanto en las distancias como en el área de campeo la variabilidad es mucho mayor en el caso de las tortugas traslocadas.

Los efectos de la traslocación parecen mitigarse al cabo de un año, disminuyendo las distancias medias recorridas y las áreas de campeo

de las tortugas traslocadas en la primavera de 2005 con respecto a 2004. En otoño sin embargo, los movimientos son mayores en 2005, pero hay que tener en cuenta que para estos análisis sólo se contó con tres individuos por grupo, justamente los ejemplares que se movieron menos en la primavera de 2004, por lo que el bajo tamaño de muestra introduce un sesgo en el análisis que podría estar afectando mucho estos resultados. Esta tendencia a alcanzar cierta estabilidad en los patrones de movimiento a corto-medio plazo, después de haber realizado movimientos erráticos que superan su habitual área de campeo, también ha sido descrita en experimentos con cercados realizados en otras especies de tortugas terrestres que aumentan la fidelidad al lugar de suelta al cabo de cierto tiempo (TUBERVILLE *et al.*, 2005) y en condiciones naturales en traslocaciones de especies similares (*Testudo hermanni* Gmelin) (CHELAZZI & FRANCISCI, 1979).

En cualquier caso, se observa una gran variabilidad en los patrones de movimiento de las 6 tortugas traslocadas (figura 4). Dos de las seis tortugas, tras efectuar movimientos erráticos en los que realizaron grandes desplazamientos, se aproximaron a la zona de su captura y se estabilizaron después del estiaje. Otras dos tortugas se alejaron de la zona de suelta con movimientos erráticos en la primera primavera, pero no se acercaron a la zona en la que fueron capturadas. Y las otras dos se estabilizaron después del verano cerca de la zona de suelta. Este efecto también ha sido descrito para otras especies (LARKIN *et al.*, 2004; TUBERVILLE *et al.*, 2005).

Sería necesario disponer de información a más largo plazo, con animales de ambos sexos y en mayor número. Aun así se pueden extraer algunas consideraciones interesantes a tener en cuenta en la aplicación de las traslocaciones como herramientas de gestión y conservación. En la localidad recipiente debe garantizarse que existe suficiente superficie de hábitat de buena calidad disponible para que los individuos puedan realizar estos desplazamientos especialmente largos sin retornar al lugar del que se extrajeron, evitando que les afecten las actuaciones negativas que motivaron la traslocación. En este ejemplo, 1-2 km de distancia entre la zona de captura y de suelta ha resultado insuficiente. Por otra parte, hay que tener en cuenta que si las traslocaciones se realizan a localidades muy alejadas pueden provocar la pérdida de variabilidad genética por exogamia genética si estas poblaciones han acumulado adaptaciones a sus respectivos ambientes locales (FICETOLA & DE BERNARDI, 2005). Así, la decisión sobre la distancia entre la zona de captura y de suelta debe resultar del compromiso entre evitar el retorno de los ejemplares y garantizar que la suelta no se esté haciendo en una población genéticamente diferente.

En este trabajo se ha estudiado el efecto de las traslocaciones sobre los patrones de movimiento, pero estas acciones de manipulación de poblaciones pueden inducir otro tipo de alteraciones importantes para la dinámica poblacional, como la reproducción, la mortalidad o la condición física de los animales, tal y como se ha comprobado en otros casos (SARRAZIN & LEGENDRE, 2000; JAMIESON & RYAN, 2000; POPLE *et al.*, 2001; NICOLL *et al.*, 2003; ROBERT *et al.*, 2004). La profundización en todos estos factores aportaría información útil para un uso adecuado de las traslocaciones como herramientas de conservación de fauna amenazada.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer la colaboración en la preparación de la información a Rubén Ballestar e Irene Pérez. Xavier Picó, Mª José Carmona, Alejandro Martínez, Juan Quetglas y Airam Rodríguez revisaron y aportaron sustanciales mejoras al manuscrito.

En el campo Alejo, Beatriz, Ezequiel, Antonio, David, Sonia, Isabel, Loles, José María, Jorge, Pedro, Rubén, Marta, Paqui, Iván, Patricia, María José, José Luís y Carlos participaron en la búsqueda de tortugas para su traslocación.

Finalmente agradecer a Marcos, guarda de la finca, su colaboración y disposición en todo momento; a la Fundación Global Nature (Finca "La Galera") y a los técnicos y agentes de la Dirección General del Medio Natural. Este proyecto fue financiado por la empresa AMBIENTAL S.L.

BIBLIOGRAFÍA

ALBERTS, A.C., OLIVA, M.L., WORLEY, M.B., TELFORD, J.R., MORRIS, P.J. & JANSSEN, D.L. 1998. The need for pre-release health screening in animal translocations: a case study of the Cuban iguana *(Cyclura nubila). Animal Conservation,* 1 (3): 165-72.

ANADÓN, J.D., GIMÉNEZ, A., MARTÍNEZ, M., MARTÍNEZ, J., PÉREZ, I. & ESTEVE, M.A. 2006. Factors determining the distribution of spur-thighed tortoise *Testudo graeca* in south-east Spain: a hierarchical approach. *Ecography*, 29: 1-8.

BANKS, P.B., NORRDAHL, K. & KORPIMÄKI, E. 2002. Mobility decisions and the predation risks of reintroduction. *Biological Conservation*, 103 (2): 133-8.

BERRY, K.H. 1986. Desert tortoise (*Gopherus agassizzi*) relocation: implications of social behaviour and movements. *Herpetologica*, 42: 113-125.

BURKE, R.L. 1991. Relocations, repatriations, and translocations of amphibians and reptiles: taking a broader view. *Herpetologica*, 47 (3): 350-357.

CHELAZZI, G. & FRANCISCI, F. 1979. Movement patterns and homing behaviour of *Testudo hermanni* Gmelin (Reptilia Testudinidae). *Monitore Zoologico Italiano*, 13: 105-127.

CUNNINGHAM, A.A. 1996. Disease risks of wildlife translocations. *Conservation Biology*, 10 (2): 349-53.

DODD, C.K., SEIGEL, R.A. 1991. Relocation, repatriation, and translocation of amphibians and reptiles: are they conservation strategies that work? *Herpetologica*, 47 (3): 336-50.

EDGAR, P.W., GRIFFITHS, R.A. & FOSTER, J.P. 2005. Evaluation of translocation as a tool for mitigating development threats to great crested newts (*Triturus cristatus*) in England, 1990–2001. *Biological Conservation*, 122 (1): 45-52.

FICETOLA, G.F. & DE BERNARDI, F. 2005. Supplementation or in situ conservation? Evidence of local adaptation in the Italian agile frog *Rana latastei* and consequences for the management of populations. *Animal Conservation*, 8 (1): 33-40.

FISCHER, J. & LINDENMAYER, D.B. 2000. An assessment of the published results of animal relocations. *Biological Conservation*, 96 (1): 1-11.

GIMÉNEZ, G., MONTESINOS, A., ANADÓN, J.D., BOTELLA, F., MÍNGUEZ, E. & SÁNCHEZ-ZAPATA, J.A. 2004a. *Translocación de tortuga mora* (Testudo graeca graeca) *en el paraje de Villarreal (Purias, Lorca).* Informe técnico. Ambiental S.L.

GIMÉNEZ, A., ESTEVE, M.A., PÉREZ, I., ANADÓN, J.D., MARTÍNEZ, M., MARTÍNEZ, J. & PALAZÓN, J.A. 2004b. *La tortuga mora. Conservación de una especie amenazada.* Diego Marín Librero-Editor. Murcia.

GUYOT, Q. & CLOBERT, J. 1997. Conservation measures for a population of hermann's tortoise *Testudo hermanni* in southern France bisected by a Major highway. *Biological Conservation*, 79: 251- 256.

JAMIESON, I.G. & RYAN, C.J. 2000. Increased egg infertility associated with translocating inbred takahe (*Porphyrio hochstetteri*) to island refuges in New Zealand. *Biological Conservation*, 94 (1): 107-114.

LAMBERT, M.R.K. 1981. Temperature, activity and field sighting in the mediterranean spur-thighed or common garden tortoise *Testudo graeca L. Biological Conservation*, 21: 39-54.

LARKIN, J.L., COX, J.J., WICHROWSKI, M.W., DZIALAK, M.R. & MAEHR, D.S. 2004. Influences on release-site fidelity of translocated elk. *Restoration Ecology*, 12 (1): 97-105.

MOHR, C.O. 1947. Table of equivalent populations of North American small mammals. *American Naturalist,* 37: 223-249.

NICOLL, M.A.C., JONES, C.G. & NORRIS, K. 2003. Declining survival rates in a reintroduced population of the Mauritius kestrel: evidence for non-linear density dependence and environmental stochasticity. *Journal of Animal Ecology*, 72: 917-26.

PÉREZ, I., GIMÉNEZ, A., ANADÓN, J.D., MARTÍNEZ, M. & ESTEVE, M.A. 2002. Patrones de actividad estacional y diaria de la tortuga mora (*Testudo graeca* L. 1758 ssp. *graeca*) en el sureste de la Península Ibérica. *Anales de Biología*, 24: 65-75.

PÉREZ, I., GIMÉNEZ, A., SÁNCHEZ-ZAPATA J.A., ANADÓN J.D., MARTÍNEZ M. & ESTEVE, M.A. 2004. Non-comercial collection of spur-thighed tortoises (*Testudo graeca graeca)*: a cultural problem in southeast Spain. *Biological Conservation*, 118: 175-181.

POPLE, A.R., LOWRY, J., LUNDIE-JENKINS, G., CLANCY, T.F., MCCALLUM, H.I., SIGG, D., HOOLIHAN, D. & HAMILTON, S. 2001. Demography of bridled nailtail wallabies translocated to the edge of their former range from captive and wild stock. *Biological Conservation*, 102 (3): 285-299.

ROBERT, A., SARRAZIN, F., COUVERT, D. & LEGENDRE, S. 2004. Releasing adults versus young in reintroductions: interactions between demography and genetics. *Conservation Biology*, 18 (4): 1078-1087.

SARRAZIN, F. & LEGENDRE, S. 2000. Demographic approach to releasing adults versus young in reintroductions. *Conservation Biology,* 14 (2): 488-500.

SEIGEL, R.A. & DODD, C.K. 2000. Manipulation of turtle populations for conservation: halfway technologies or viable options?. In: *Turtle conservation*. M.W. KLEMENS (Ed.): 207-217. Smithsonian Institution Press. Washington and London.

SEIGEL, R.A. & DODD, C.K. 2002. Translocations of amphibians: proven management method or experimental technique? *Conservation Biology*, 16 (2): 552-4.

TUBERVILLE, T.D., CLARK, E.E., BUHLMANN, K.A. & GIBBONS, J.W. 2005. Translocation as a conservation tool: site fidelity and movement of repatriated gopher tortoises (*Gopherus polyphemus). Animal Conservation*, 8 (4): 349-358.