

Uso de hábitat de la liebre en peligro de extinción, *Lepus flavigularis*: implicaciones para su conservación.

Arturo Carrillo-Reyes¹, Consuelo Lorenzo²,
Tamara Rioja-Paradela^{3*}, Eduardo Naranjo² y Marisela Pando⁴.

Abstract

The Tehuantepec jackrabbit (*Lepus flavigularis*) is an endemic species from southeastern Oaxaca, listed as “endangered” by Mexican law and IUCN Red List. It is closely linked to grassland ecosystems from the area. Currently, the risk is due to the intense fragmentation of habitat and poaching. In this study we determined the habitat use of the Tehuantepec jackrabbit in Santa María del Mar, Oaxaca. We captured and radio-collared 60 adult jackrabbits, which were monitored from May 2006 to July 2008, during two dry seasons and two rainy seasons. We registered that Tehuantepec jackrabbit prefers grassland followed by shrubs, and avoided the mangroves, human settlements, and areas without vegetation apparent, the beach and roads. Results were similar when analyzing the data on a seasonal basis. Probably the species find all its satisfiers in grassland ecosystems, but is also exposed to threats to these ecosystems. In all cases the jackrabbits used grasslands in which cattle was present, apparently without problems of space competition between them. However, this is a future research topic. Domestic dogs’ presence seems to be a major threat to the survival of the hare in this population. It is necessary to establish a management and conservation program for the species and its habitat to ensure the survival of the Tehuantepec jackrabbit.

Key words: habitat use, jackrabbit, *Lepus flavigularis*, Oaxaca, Tehuantepec.

Resumen

La liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*) es una especie endémica del sureste de Oaxaca, catalogada como “en peligro de extinción” por la legislación mexicana y por la lista roja de la UICN. Se encuentra estrechamente ligada a los ecosistemas de pastizal existentes en la zona. Actualmente su situación de riesgo se debe a la intensa fragmentación del hábitat y a la cacería ilegal. En esta investigación se determinó el uso

¹ Oikos: Conservación y Desarrollo Sustentable, A.C. Bugambillas 5, Bismark, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas 29000. E-mail: acarrillo@oikos.org.mx.

² Departamento de Ecología y Sistemática Terrestres, El Colegio de la Frontera Sur. Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas 29290. E-mail: clorenzo@ecosur.mx (CL), enaranjo@ecosur.mx (EN).

³ Sustentabilidad y Ecología Aplicada, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente s/n. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas 29039.

⁴ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Panamericana km 145 s/n, Linares, Nuevo León 67710. E-mail: mpando@fcf.uanl.mx.

*Corresponding author.

del hábitat de la liebre en Santa María del Mar, Oaxaca. Se capturaron y radiomarcaron 60 liebres adultas, que fueron monitoreadas de mayo del 2006 a julio de 2008, cubriendo dos temporadas secas y dos lluviosas. Se determinó que a lo largo de los dos años de estudio la liebre de Tehuantepec seleccionó el pastizal seguido por el matorral, y evitó el manglar, los asentamientos humanos, las áreas sin vegetación aparente, la playa y los caminos. Los resultados fueron similares al analizar los datos por temporada. Probablemente la especie encuentra todos sus satisfactores en los ecosistemas de pastizal, pero también está expuesta a las amenazas que afectan a dichos ecosistemas. En todos los casos la liebre utilizó áreas que son potreros en la localidad, aparentemente sin problemas de competencia por el espacio con el ganado. Los perros domésticos son una de las principales amenazas a la sobrevivencia de la población de liebre más aislada. Es necesario establecer un programa de manejo y conservación de la especie y su hábitat para asegurar la sobrevivencia de la especie.

Palabras clave: *Lepus flavigularis*, liebre, Oaxaca, Tehuantepec, uso de hábitat.

Introducción

La liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*), especie en peligro de extinción de acuerdo con la normatividad mexicana sobre especies bajo alguna categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), es considerada una de las especies de lepórido en mayor peligro en el mundo (Chapman 1990; Flux y Angermann 1990; Baillie y Groombridge 1996; Cervantes *et al.* 2008). Esto se debe principalmente a la destrucción y fragmentación de su hábitat, así como a la caza ilegal, lo que ha repercutido en que su área de distribución se halla reducido a una pequeña región del Istmo de Tehuantepec en Oaxaca (Cervantes *et al.* 1996; Lorenzo *et al.* 2000), por lo que actualmente sólo existen cuatro poblaciones aisladas entre sí (Lorenzo *et al.* 2006). Con base en esto, el gobierno mexicano la declaró como especie prioritaria para la conservación (SEMARNAP 1997), y se considera “en peligro de extinción” dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) y en la Lista Roja de la IUCN (Cervantes *et al.* 2008). Su presencia es importante tanto ecológica como evolutivamente; las liebres pueden regular las poblaciones de plantas influyendo en la diversidad y estructura de la vegetación, y dispersando sus semillas; al mismo tiempo, son presa de los depredadores del hábitat en que se distribuyen, por lo que su presencia contribuye a mantener la estabilidad, estructura y función de los ecosistemas en los que se encuentra (Cervantes 1993; Cervantes y González 1996; Farías 2004).

Lepus flavigularis se alimenta principalmente de especies de la familia Poaceae (Lorenzo *et al.* 2011), manteniendo una relación directa con los ecosistemas de pastizal. No obstante, dicha relación también la hace susceptible a los cambios que ocurren en estos últimos, tal y como sucede con los incendios provocados que afectan a la región, los que pueden afectar la densidad poblacional de esta especie de lepórido (Lorenzo *et al.* 2008). Los estudios realizados para determinar su uso de hábitat se han limitado a dos trabajos, ambos llevados a cabo en los alrededores de Montecillo Santa Cruz, Oaxaca (Farías 2004; Sántiz 2006; Farías y Fuller 2009).

La presente investigación se realizó con el propósito de identificar los patrones de uso de hábitat de *L. flavigularis* en la población de Santa María del Mar, Oaxaca y

contribuye con la generación de información básica para llevar a cabo planes de manejo, conservación y recuperación de la liebre de Tehuantepec. A diferencia de la única población estudiada hasta ahora, en Santa María del Mar no se presentan incendios anuales en la vegetación natural, y existe vigilancia moderada por parte de las autoridades locales para con los cazadores furtivos. Adicionalmente, de acuerdo a los resultados de Sántiz (2006), la estructura del pastizal es distinta a aquella encontrada para Santa María del Mar (Carrillo 2009), ya que en esta última, los pastizales son bajos y abiertos, mientras que en Montecillo Santa Cruz, la asociación de pastizal se caracteriza por pastos altos inmersos en manchones arbóreos de especies como el nanchal (*Byrsonima crassifolia*) o el morro (*Crescentia alata*); aunado a ello, en Montecillo Santa Cruz, existen áreas de vegetación riparia, y en cambio, en Santa María del Mar, esta asociación vegetal no está presente, pero si existe una pequeña zona cubierta por vegetación típica de manglar. Tales diferencias en los hábitats de ambas poblaciones, recalcan la importancia de llevar a cabo el presente estudio en un hábitat único y diferente al ya caracterizado por estudios previos.

Material y Métodos

Área de estudio: El área de estudio se encuentra ubicada al sur del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca, en la parte suroeste de la planicie Costera Ístmica-Chiapanea, colindando al norte con la Laguna Superior y al sur con el Golfo de Tehuantepec. La zona de trabajo tiene una superficie aproximada de 14.33 km², incluyendo la localidad Santa María del Mar, municipio Juchitán de Zaragoza, Oaxaca; entre las coordenadas extremas 16.23° N, 16.20° N, y -94.96° W y -94.76° W (Fig. 1), con una altitud promedio de 9 msnm. En el área se presenta el grupo climático cálido subhúmedo con lluvias en verano, con estaciones muy marcadas: la temporada húmeda (mayo a octubre) presenta intensas lluvias, mientras que entre noviembre y abril tiene lugar la temporada seca del año (Aw0, García y CONABIO 1998). La temperatura media anual es de 22° C y la precipitación total anual promedio es de 800 mm (INEGI 2006). Gran parte del área corresponde a zonas bajas inundables y a dunas con movimientos periódicos a lo largo del año (Vargas 2000).

Vegetación: Existen tres asociaciones vegetales principales, pastizal abierto, matorral espinoso, y manglar. Los pastizales son la vegetación dominante, caracterizados por la presencia del pasto de burro (*Jouvea pilosa*) y algunas zonas con matorral xerófito con predominancia de *Opuntia tehuantepecana* y *O. decumbens*. El matorral cubre una superficie menor, predominando especies arbustivas y arbóreas entre las que se encuentran la buba negra (*Cordia curassavica*), el huizache (*Acacia farnesiana*) y la nona (*Annona squamosa*). La asociación de manglar se limita a pequeñas zonas de la parte oriental del área, dominadas por el mangle rojo (*Rizophora mangle*) y el madresal (*Conocarpus erectus*, Vargas 2000; Pérez-García et al. 2001). La pesca artesanal en las lagunas costeras es la principal actividad, seguida por la ganadería extensiva; por último, la producción agrícola de temporal es la actividad menos importante, y se utiliza como medio de producción para autoconsumo, al igual que la cacería de subsistencia (Comisariado ejidal, I. Mateos, com. pers.).

Generación de mapa de vegetación y uso de suelo: Se generó un mapa de

vegetación y uso de suelo del área de estudio mediante la técnica de clasificación supervisada. En dicho mapa se muestran las características de uso de suelo (zonas agrícolas, de agostadero, poblados y caminos) y tipos de vegetación (principales asociaciones vegetales). Para ello se utilizó una imagen satelital tipo ASTER (VNIR, resolución espectral de 4 bandas, año 2005, resolución espacial 15x15 metros/pixel), y la información de registros tomados en campo sobre el tipo de asociación vegetal como sitios de control o entrenamiento, todo realizado mediante el software ERDAS IMAGINE® (Leica Geosystems Geospatial Imaging).

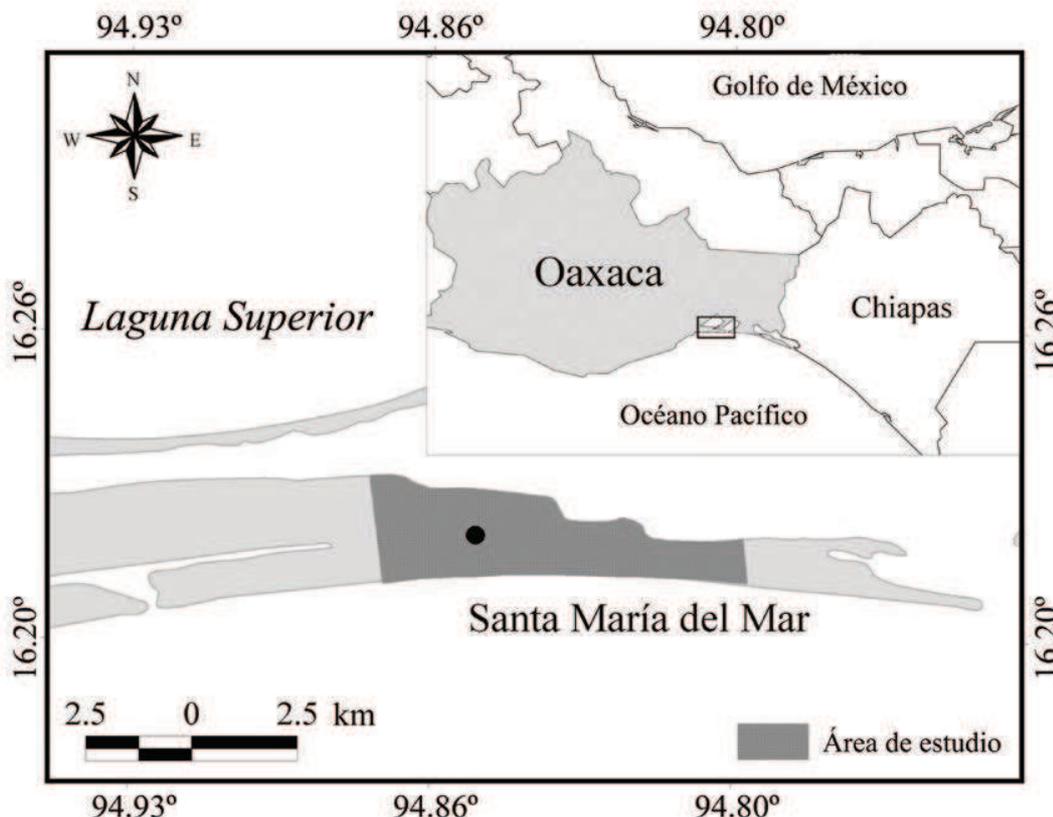


Figura 1. Área de estudio al sureste del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México.

Las clases obtenidas fueron: playa, cuerpos de agua, pastizal/potrero, manglar, matorral, y sin clasificar. El mapa generado se utilizó en el análisis de uso de hábitat de la liebre de Tehuantepec (Fig. 2).

Captura y radiomarcaje: Se capturaron y radiomarcaron 60 liebres adultas (26 machos y 34 hembras), entre mayo de 2006 y enero de 2007. Se consideraron liebres adultas o maduras a aquellas que tienen un peso aproximado de 1.8 kilogramos o más y una longitud de 55.6 centímetros en adelante (Vorhies y Taylor 1933). Las liebres fueron capturadas por dos métodos. Durante el día se realizaron capturas utilizando una red para pesca comúnmente llamada “manga” (40 m de largo y 1 m de altura), que era colocada en áreas de pastizal para que después un grupo de 10 personas rodeara la zona frente a la red y corriera hacia la misma con el propósito de asustar a las liebres y dirigirlas a la red. Durante la noche las capturas se realizaron utilizando un vehículo pick-up, en el que se recorrió la zona mientras dos personas las buscaban con la ayuda de faros de halógeno de un millón de bujías de potencia

iluminando a cada lado del vehículo. Una vez que se encontraba una liebre ésta era deslumbrada con los faros, se le rodeaba y acorralaba a pie por varias personas y se capturaba arrojándole la red de pesca o “atarraya” modificada. Ambos métodos nos permitieron capturar a las liebres rápidamente y sin lastimarlas (Carrillo-Reyes et al. 2010; Rioja et al. 2011). A cada ejemplar capturado se le colocó en un saco de tela. Las liebres fueron pesadas, y se registraron sus medidas morfológicas básicas (longitud total, longitud de cola, longitud de pata, longitud de oreja), se determinó su sexo (por características morfológicas externas) y clase de edad. A cada liebre capturada se le colocó un radiotransmisor para telemetría (Telenax™, modelo TX-35/24, batería de 24 meses, 35 gr, frecuencia 150 Mhz, sensor de actividad/inactividad y mortalidad). Se liberaron en el mismo sitio de captura y hacia una dirección que no les presentara obstáculos directos con el propósito de facilitar su huída.

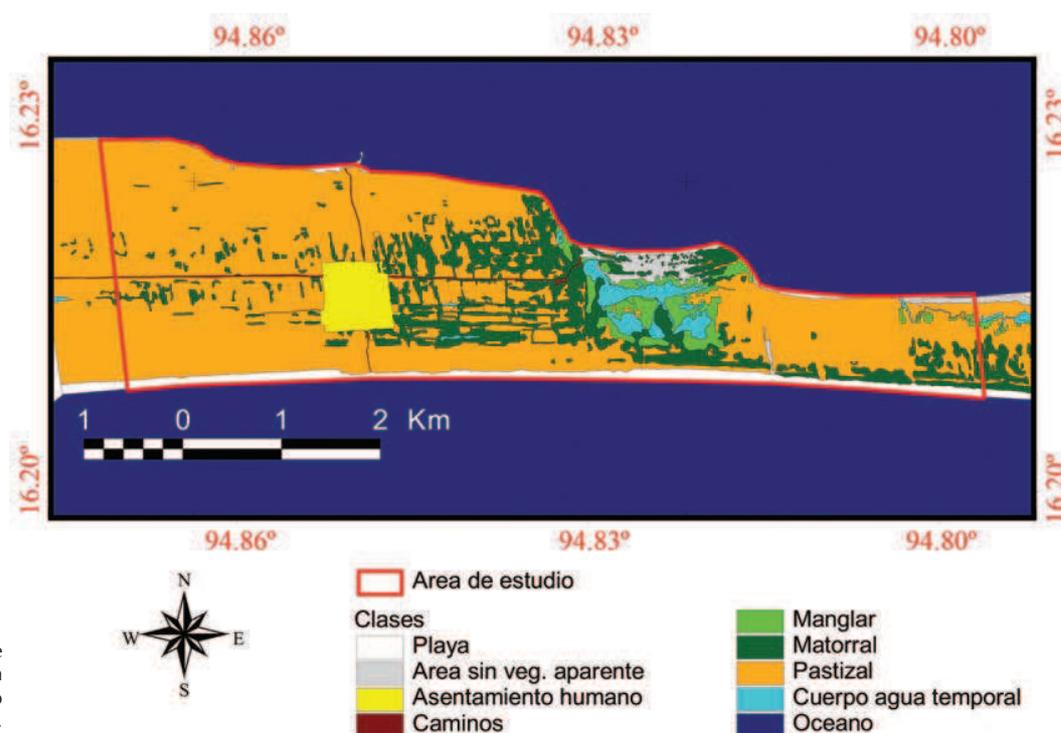


Figura 2. Mapa final de uso de suelo y vegetación para el área de estudio en Santa María del Mar, Oaxaca.

Monitoreo: Entre junio de 2006 y mayo de 2008 se realizaron 12 salidas, con 30 días de duración cada una, para monitorear a las liebres radiomarcadas (seis en temporada húmeda y seis en temporada seca). El monitoreo se realizó utilizando un receptor y una antena portátiles de telemetría (Telenax™, receptor RX-TLNX, antena Yagui portátil de tres elementos), y el registro de la posición de las liebres localizadas se hizo mediante un receptor manual del Sistema de Posicionamiento Global (eTrex Vista, 3-15 m de precisión, Garmin, Kansas). El monitoreo diurno se realizó entre las 6:00 y las 19:00 hr, mientras que el monitoreo nocturno se realizó entre las 19:00 y las 6:00 hr, registrando al menos una posición para cada periodo del día para cada liebre.

Uso de hábitat: Se determinó el nivel de preferencia de cada tipo de hábitat considerando como hábitat disponible a los polígonos del área utilizada estacionalmente

por todas las liebres radiomarcadas, y al hábitat utilizado como la proporción de las posiciones o registros de telemetría de cada liebre en cada tipo de vegetación (Hobbs 1982; Aebischer *et al.* 1993). Los datos de preferencia de hábitat fueron analizados por dos métodos utilizando pruebas chi-cuadrada (χ^2) de bondad de ajuste para determinar si hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) en la ocurrencia de la liebre en los distintos tipos de hábitat y la ocurrencia esperada basada en la disponibilidad de cada tipo de hábitat en el área (Neu *et al.* 1974), y cuando existió un uso significativamente diferente, se analizó por medio de los intervalos de Bonferroni para determinar si existía o no selección del tipo de hábitat (Neu *et al.* 1974; Byers *et al.* 1984). El segundo método utiliza pruebas con el estadístico Hotelling T^2 y hace una comparación múltiple de Waller-Duncan (Waller y Duncan 1969; Johnson 1980; Alldredge y Ratti 1986). Se utilizaron los dos métodos para facilitar la comparación con estudios similares.

Resultados

De un total de 702 registros a lo largo de la temporada húmeda mayo-octubre de 2006, la mayor parte de las liebres (77.8%) se localizó en la asociación de pastizal, y una pequeña proporción (22.2%) en la zona de matorral. Estos datos incluyen los registros diurnos y nocturnos de las liebres radiomarcadas. En la temporada seca noviembre 2006-abril 2007 ($n = 864$), la mayor parte de las liebres (77.2%) se localizaron en zonas cubiertas por pastizal abierto, mientras que para la húmeda mayo-octubre 2007 ($n = 537$) la mayor parte se localizó en zonas cubiertas por pastizal (73.9%) y matorral (26.07%). En la temporada seca noviembre 2007-abril 2008 ($n = 747$) el 75.8% se registró en la zona de pastizal. La prueba de U de Mann-Whitney fue no significativa ($P < 0.05$) entre el pastizal y el matorral, en condiciones diurna y nocturna. Los registros de liebres radiomarcadas muestran que el polígono disponible para *L. flavigularis* en Santa María del Mar es de 1,400 ha.

Los métodos de Neu *et al.* (1974) y Johnson (1980) mostraron diferencias estadísticamente significativas en el uso de hábitat para cada tipo de uso de suelo dentro del área de estudio ($\chi^2 = 7.4768$, g. l. = 7, $P < 0.05$). Los tipos de uso de suelo y vegetación con más registros fueron el pastizal y el matorral, mostrando un uso observado mayor al uso esperado, aunque en el pastizal se tienen mayor cantidad de registros (Tabla 1).

Para determinar la posible influencia de la temporada sobre el uso de hábitat a nivel estacional, se realizó el mismo análisis sobre los registros estacionales para las liebres radiomarcadas. De acuerdo a los dos modelos utilizados, los resultados fueron similares para las cuatro temporadas monitoreadas, sugiriendo independencia entre la temporada del año y los tipos de uso de suelo y vegetación seleccionados. Sin embargo, el uso del hábitat continuó siendo selectivo, mostrando una evidente preferencia por las asociaciones vegetales pastizal y matorral, y un claro rechazo al asentamiento humano, las áreas sin vegetación aparente, y cuerpos de agua temporales (Tabla 2).

Discusión

La liebre de Tehuantepec de la población de Santa María del Mar se encontró mayormente asociada al pastizal a lo largo del año, seguida por el matorral. Es probable que en Santa María del Mar, *L. flavigularis* encuentre en esta asociación vegetal todos los requerimientos básicos para satisfacer sus necesidades de alimento (Lorenzo *et al.* 2011),

Tabla 1. Uso de hábitat de *Lepus flavigularis* en la población de Santa María del Mar, Oaxaca, a partir de datos de registros de telemetría. En el índice de Johnson (1980) los valores positivos implican preferencia, mientras que los negativos implican rechazo.

Nota: UE = uso esperado, UO = uso observado, % UE = proporción de uso esperado, % UO = proporción de uso observado, Conf.= intervalos de confianza de Bonferroni, Pref. 1=Índice de preferencia de Neu et al. (1974), Pref. 2=Índice de preferencia de Johnson (1980), E=Evitado, P=Preferido.

Uso de Suelo	UE	UO	% UE	% UO	Conf.	Pref. 1	g./.	Sig.	Índice Johnson	Pref. 2
Área sin vegetación aparente	24.07	6.55	1.64	0.45	0.0022 - 0.0077	E	7	$P < 0.05$	0.48	E
Asentamiento humano	47.86	1.62	3.26	0.11	0.0002 - 0.0031	E	7	$P < 0.05$	1.26	E
Caminos	7.03	11.47	0.48	0.78	0.0047 - 0.0118	---	7	$P > 0.05$	0.00	---
Cuerpo agua temporal	35.99	0.31	2.45	0.02	0.0004 - 0.0015	E	7	$P < 0.05$	1.45	E
Manglar	52.22	5.46	3.56	0.37	0.0017 - 0.0067	E	7	$P < 0.05$	0.68	E
Matorral	251.19	354.25	17.10	24.12	0.223 - 0.2568	P	7	$P < 0.05$	-0.72	P
Pastizal	954.15	1084.18	64.97	73.83	0.7114 - 0.7466	P	7	$P < 0.05$	-0.93	P
Playa	96.02	18.42	6.54	1.25	0.0095 - 0.0189	E	7	$P < 0.05$	0.72	E

reproductivas y de cuidado parental (Rioja et al. 2008; Rioja et al. 2011), protección y sociabilización (Marin et al. 2003; Farías et al. 2006; Rioja 2008; Carrillo 2009).

El análisis de uso de hábitat demostró que las liebres evitaron el manglar, los asentamientos humanos, las áreas sin vegetación aparente, la playa y los caminos. Es posible que la liebre no utilice el manglar debido a que no existe suficiente cantidad de alimento (herbáceas y pastos), y a que su campo visual es muy limitado (Carrillo 2009), volviéndola susceptible a la depredación, tal y como reportaron para la población de Montecillo Santa Cruz, dado que la estructura de la vegetación impide a la especie correr libremente y con ello utilizar su estrategia más común de escape (Farías 2004; Farías y Fuller 2009).

Tabla 2. Uso de hábitat de *Lepus flavigularis* en la población de Santa María del Mar, Oaxaca, para las cuatro temporadas monitoreadas; a partir de datos de registros de telemetría. En el índice de Johnson (1980) los valores positivos implican preferencia, mientras que los negativos implican rechazo.

Temporada	Uso de Suelo	UE	UO	% UE	% UO	Conf.	Pref. 1	g./.	Sig.	Índice Johnson	Pref. 2
Húmeda 2006	Área sin vegetación aparente	24.07	7.86	1.64	0.54	0.2230 - 0.2568	E	7	$P < 0.05$	0.66	E
	Asentamiento humano	47.86	0.80	3.26	0.05	0.2026 - 0.263	E	7	$P < 0.05$	1.49	E
	Caminos	7.03	3.64	0.48	0.25	0.0157 - 0.039	----	7	$P > 0.05$	0.16	---
	Cuerpo agua temporal	35.99	1.21	2.45	0.08	0.0043 - 0.0150	E	7	$P < 0.05$	1.50	E
	Manglar	52.22	3.76	3.56	0.26	0.146 - 0.2000	E	7	$P < 0.05$	0.98	E
	Matorral	251.19	298.54	17.10	20.33	0.2230 - 0.2568	P	7	$P < 0.05$	-0.52	P
	Pastizal	954.15	1141.38	64.97	77.72	0.7114 - 0.7466	P	7	$P < 0.05$	-0.74	P
	Playa	96.02	11.34	6.54	0.77	0.0022 - 0.0113	E	7	$P < 0.05$	0.63	E

Continúa ...

Continúa .. Tabla 2

Seca 2007	Área sin vegetación aparente	24.07	4.67	1.64	0.32	0.0004 - 0.0065	E	7	$P < 0.05$	0.50	E
	Asentamiento humano	47.86	1.20	3.26	0.08	0.0008 - 0.0025	E	7	$P < 0.05$	1.55	E
	Caminos	7.03	2.78	0.48	0.19	0.0022 - 0.0113	----	7	$P > 0.05$	0.03	---
	Cuerpo agua temporal	35.99	0.78	2.45	0.05	0.0008 - 0.0023	E	7	$P < 0.05$	1.17	E
	Manglar	52.22	3.06	3.56	0.21	0.0008 - 0.0023	E	7	$P < 0.05$	0.75	E
	Matorral	251.19	312.68	17.10	21.29	0.2248 - 0.2745	P	7	$P < 0.05$	-0.62	P
	Pastizal	954.15	1133.6	64.97	77.19	0.7035 - 0.7545	P	7	$P < 0.05$	-0.71	P
	Playa	96.02	9.76	6.54	0.66	0.0071 - 0.0203	E	7	$P < 0.05$	0.77	E
Húmeda 2007	Área sin vegetación aparente	24.07	2.52	1.64	0.17	0.0020 - 0.0106	E	7	$P < 0.05$	0.86	E
	Asentamiento humano	47.86	0.00	3.26	0.00	0.0000 - 0.0045	E	7	$P < 0.05$	1.65	E
	Caminos	7.03	5.14	0.48	0.35	0.0043 - 0.0150	----	7	$P > 0.05$	0.02	---
	Cuerpo agua temporal	35.99	1.86	2.45	0.13	0.0000 - 0.0015	E	7	$P < 0.05$	0.98	E
	Manglar	52.22	7.88	3.56	0.54	0.0025 - 0.0116	E	7	$P < 0.05$	0.52	E
	Matorral	251.19	352.36	17.10	23.99	0.2080 - 0.2539	P	7	$P < 0.05$	-0.71	P
	Pastizal	954.15	1086.4	64.97	73.98	0.7048 - 0.7532	P	7	$P < 0.05$	-0.68	P
	Playa	96.02	12.37	6.54	0.84	0.0081 - 0.0211	E	7	$P < 0.05$	0.70	E
Seca 2008	Área sin vegetación aparente	24.07	0.00	1.64	0.00	0.0027 - 0.0118	E	7	$P < 0.05$	1.63	E
	Asentamiento humano	47.86	0.00	3.26	0.00	0.0003 - 0.0057	E	7	$P < 0.05$	1.75	E
	Caminos	7.03	6.21	0.48	0.42	0.0050 - 0.0161	-----	7	$P > 0.05$	0.00	---
	Cuerpo agua temporal	35.99	0.00	2.45	0.00	0.0007 - 0.0030	E	7	$P < 0.05$	1.68	E
	Manglar	52.22	2.64	3.56	0.18	0.0032 - 0.0128	E	7	$P < 0.05$	1.54	E
	Matorral	251.19	326.34	17.10	22.22	0.2082 - 0.2544	P	7	$P < 0.05$	-0.69	P
	Pastizal	954.15	1112.78	64.97	75.78	0.7039 - 0.7526	P	7	$P < 0.05$	-0.70	P
	Playa	96.02	16.56	6.54	1.13	0.0088 - 0.0223	E	7	$P < 0.05$	0.52	E

Nota: UE = uso esperado, UO = uso observado, % UE = proporción de uso esperado, % UO = proporción de uso observado, Conf. = intervalos de confianza de Bonferroni, Pref. 1 = Índice de preferencia de Neu *et al.* (1974), Pref. 2 = Índice de preferencia de Johnson (1980), E = Evitado, P = Preferido.

La ausencia de liebres en la zona de asentamientos humanos se puede atribuir a la fragmentación y destrucción del hábitat en los alrededores de la comunidad, así como el posible efecto de la presencia de jaurías de perros domésticos que buscan y cazan fauna silvestre, incluyendo a *L. flavigularis*. Este factor posiblemente está ocasionando que las liebres eviten establecerse en zonas aledañas a la población o las que se aproximen sean predadas. Esta es una de las amenazas de mayor importancia para la supervivencia de la liebre de Tehuantepec, siendo los perros domésticos el principal causante de mortandad en crías de esta especie de lepórido (Rioja *et al.* 2011).

Las áreas sin vegetación aparente, caminos y la playa no fueron caracterizadas

debido a que no poseen ningún tipo de vegetación o cobertura que ofrezca un recurso a la liebre; es probable que esta misma razón provocara que la especie no utilizara en ningún caso, al no tener acceso a fuentes de alimento o protección.

Debido a que los únicos dos trabajos existentes sobre el uso de hábitat de la especie fueron realizados en una zona con tipos de vegetación y uso de suelo diferentes a los encontrados en Santa María del Mar, es difícil establecer comparaciones directas. Sin embargo, es importante señalar algunas diferencias y similitudes entre dichos estudios y el presente. De acuerdo con Farías (2004), y Farías y Fuller (2009), en la población de Montecillo Santa Cruz, la liebre seleccionó en primer lugar zonas de "morro" (asociaciones vegetales de herbáceas y pastizales con presencia árboles de morro - *Crescentia alata*), seguidas por nanchales (asociaciones vegetales de herbáceas y pastizales dominados por árboles de nanche - *Byrsonima crassifolia*). Farías y Fuller (2009) mencionaron la posibilidad de que en las asociaciones vegetales de morro y nanchal la liebre encuentre el alimento suficiente y mantenga un amplio campo visual, lo que le permitiría permanecer alerta ante la presencia de depredadores, pero además le ofrecen cierta protección gracias a la cobertura proporcionada por esos árboles. En cambio, para la población de Santa María del Mar, el pastizal abierto fue la asociación vegetal con mayor frecuencia de ocurrencia. Las zonas de pastizal abierto en esta población están dominadas por la especie *Jouvea pilosa*, una especie de poca altura, lo que permite a la especie tener un amplio campo visual para detectar a otras liebres y a posibles depredadores, por lo que en esta asociación vegetal se cubren sus necesidades básicas de alimentación, reproducción y protección (Gray 1989; Kowicz et al. 1990; Daniel et al. 1993; Lorenzo et al. 2011). Otro estudio llevado a cabo en Montecillo Santa Cruz, indicó que la liebre mostró una preferencia por el nanchal por encima del pastizal (Sántiz 2006). Es probable que la diferencia entre este último estudio en Montecillo Santa Cruz (Sántiz 2006) y el presente, se deba al método utilizado, considerando que el primero fue realizado con registros indirectos (mediante la ubicación y conteo de excretas), teniendo con ello un sesgo debido a que no existe información sobre la tasa de defecación para esta especie (Sántiz 2006).

Respecto al uso de matorral en Santa María del Mar, es posible que los parches de este tipo de asociación fueran inevitablemente incluidos en el uso de la liebre al encontrarse adyacentes o en los bordes con la vegetación de pastizal (Garshelis 2000), y que probablemente le ofrezca protección contra depredadores (Farías 2004).

Implicaciones para la conservación. En Santa María del Mar, Oaxaca, toda el área cubierta por pastizal es utilizada como potreros. Como parte de las técnicas de manejo de dichos potreros, se practica la rotación de ganado. Sin embargo, no fue posible determinar si existía una relación entre los potreros con ganado pastando y el uso de hábitat de la liebre. No obstante, las liebres monitoreadas no parecían ser perturbadas por la presencia de vacas o caballos, debido a que se les observó pastando juntos en repetidas ocasiones. Esto nos da la pauta para sugerir un estudio a largo plazo sobre la dieta de la liebre y del ganado local, que permita determinar el nivel de competencia por recurso alimenticio entre estas especies, y con ello estimar el posible efecto de dicha competencia a mediano y largo plazo. Aunque se considera que posiblemente no exista competencia directa entre el ganado y la liebre de Tehuantepec (Farías et al. 2006), actualmente se desarrolla un proyecto de investigación dirigido a generar información

sobre este tema (T. Rioja-Paradela, *com. pers.*).

Por otro lado, es indudable la relación directa que existe entre el ecosistema de pastizal y la liebre de Tehuantepec. Esta relación también expone a la liebre a las amenazas que afectan a dicho ecosistema. La densidad poblacional de *L. flavigularis* es variable a lo largo de su distribución geográfica, por ejemplo, la población de Montecillo Santa Cruz, zona sujeta a incendios periódicos, presenta fluctuaciones poblacionales, mientras que la de San Francisco del Mar, donde hay ausencia de incendios, no presenta tales fluctuaciones (Lorenzo *et al.* 2008). Esto denota que el programa de conservación y manejo para la especie deberá incluir la protección de los ecosistemas de pastizal en particular el control de incendios provocados.

La información generada es indispensable para el desarrollo y establecimiento de programas de manejo y conservación de la liebre, incluyendo aquellos programas que contemplen tanto a la especie como a las actividades productivas llevadas a cabo en el ecosistema de pastizal (ganadería y agricultura). Se sabe que el hábitat de la especie está amenazado por la expansión de la agricultura, introducción de pastos exóticos, ganadería y los asentamientos humanos (Cervantes *et al.* 2008), por lo que el desarrollo de estudios como el presente son fundamentales para determinar el efecto de dichas amenazas sobre la liebre de Tehuantepec. Para el caso particular de la población de Santa María del Mar, al contrario de lo que afirman Cervantes *et al.* (2008), al momento de la realización de esta investigación se observó un interés permanente de las autoridades locales para la protección de la especie, lo que podría incrementar el potencial de éxito de un programa de conservación y manejo.

Agradecimientos

Este proyecto se realizó como parte del proyecto CONACYT-FOMIX Chiapas (CHIS-2005-C03-001). Agradecemos el apoyo de las autoridades municipales y comunales de Santa María del Mar, Oaxaca. De manera especial agradecemos a todas las personas de Montecillo Santa Cruz y Santa María del Mar por su ayuda durante el trabajo de campo. Finalmente agradecemos a los revisores anónimos que colaboraron en la mejora de este manuscrito.

Referencias

- AEBISCHER, N. J., P. A. ROBERTSON, Y R. E. KENWARD. 1993. Compositional analysis of habitat use from animal radio-tracking data. *Ecology* 74:1313-1325.
- ALLDREDGE, J. R., Y J. T. RATTI. 1986. Comparison of some statistical techniques for analysis of resource selection. *Journal of Wildlife Management* 50:157-165.
- BAILLIE, J., Y B. GROOMBRIDGE. 1996. 1996 IUCN Red List of threatened animals, IUCN. Gland, Suiza.
- 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.
- CARRILLO R., A. 2009. Uso de hábitat de la liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*) en Santa María del Mar, Oaxaca. Tesis de doctorado. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, México.

- CARRILLO-REYES, A., C. LORENZO, E. J. NARANJO, M. PANDO, Y T. RIOJA. 2010. Home range dynamics of the Tehuantepec Jackrabbit in Oaxaca, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:143-151.
- CERVANTES, F. 1993. *Lepus flavigularis*. *Mammalian Species* 423:1-3.
- CERVANTES, F. A., Y F. GONZÁLEZ. 1996. Los Conejos y Liebres Silvestres de México. *Ecología y Conservación del Conejo Zacatuche y su Hábitat*. Universidad Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- CERVANTES, F. A., B. VILLA RAMÍREZ, C. LORENZO, J. VARGAS, J. L. VILLASEÑOR, Y J. LÓPEZ BLANCO. 1996. Búsqueda de poblaciones supervivientes de la liebre endémica *Lepus flavigularis*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- CERVANTES, F. A., C. LORENZO, V. FARIÁS, Y J. VARGAS. 2008. *Lepus flavigularis*. In IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Consultada el 22 de febrero de 2012.
- CHAPMAN, J. A. 1990. Conservation action needed for rabbits, hares and pikas. Pp. 154-168 in *Rabbits, hares and pikas. Status survey and Conservation Action Plan* (Chapman, J. A., y J. E. C. Flux, eds.). International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Suiza.
- DANIEL, A. J. HOLECHEK, R. VALDEZ, A. TEMPO, L. SAIWANA, M. FUSCO Y M. CÁRDENAS. 1993. Jackrabbit densities on fair and good condition chihuahuan desert range. *Journal of Range Management* 46:524-528.
- FARIÁS, V. 2004. Spatio-Temporal ecology and habitat selection of the critically endangered Tropical Hare (*Lepus flavigularis*) in Oaxaca, Mexico. Tesis Doctoral. University of Massachusetts. Amherst, EE.UU.
- FARIÁS, V., T. K. FULLER, F. A. CERVANTES, Y C. LORENZO. 2006. Home Range and Social Behavior of the Endangered Tehuantepec jackrabbit (*Lepus flavigularis*) in Oaxaca, México. *Journal of Mammalogy* 87:748-756.
- FARIÁS, V., Y T. FULLER. 2009. Native vegetation structure and persistence of endangered Tehuantepec jackrabbits in a neotropical savanna in Oaxaca, México. *Biodiversity and Conservation* 18:1963-1978.
- FLUX, J. E. C., Y R. ANGERMANN. 1990. The hares and jackrabbits. Pp. 61-94 in *Rabbits, hares and pikas. Status survey and Conservation Action Plan* (Chapman, J. A., y J. E. C. Flux, eds.). International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources. Gland, Suiza.
- GARCÍA, E., Y COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO). 1998. *Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García)*. Escala 1:1000000. Ciudad de México, México.
- GARSHELIS, D. L. 2000. Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance. Pp. 111-164 in *Research techniques in animal ecology, controversies and consequences* (Boitani, L. y T. K. Fuller, eds.). Columbia University Press. New York, EE.UU.
- GRAY, D. R. 1989. Reproductive Behavior of Arctic Hare (*Lepus arcticus*). *Symposium Sur les Stratégies du Comportement*. Dushesnay, Canadá.
- HOBBS, N. T. 1982. Confidence intervals on food preference indices. *Journal of Wildlife Management* 46:505-507.

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI).** 2006. Aspectos geográficos de Oaxaca. Precipitación Total Anual. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Ciudad de México, México.
- JOHNSON, D. H.** 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61:65-71.
- KOWICZ, A.B., T.H. HAMILTON, D.R. GRAY Y C. DOWNES.** 1990. Nursing Behavior of Arctic Hare (*Lepus arcticus*). Pp. 643-664 in *Canada's Missing Dimension: Science and History in Canadian Arctic Islands* (Harington, C. R., ed.). Canadian Museum of Nature. Ottawa, Canadá.
- LORENZO, C., F. A. CERVANTES, F. BARRAGÁN, Y J. VARGAS.** 2006. New records of the endangered Tehuantepec jackrabbit (*Lepus flavigularis*) from Oaxaca, Mexico. *Southwestern Naturalist* 51:116-119.
- LORENZO, C., O. RETANA-GUIASCÓN, F. A. CERVANTES, J. VARGAS, Y G. L. PORTALES.** 2000. Status survey of the critically endangered *Lepus flavigularis*. Final Report to the Chicago Zoological Society. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, México.
- LORENZO, C., T. M. RIOJA, A. CARRILLO-REYES, Y F. A. CERVANTES.** 2008. Populations fluctuations of *Lepus flavigularis* (Lagomorpha: Leporidae) at Tehuantepec Isthmus, Oaxaca, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 24:207-220.
- LORENZO, C., A. CARRILLO-REYES, M. GÓMEZ-SÁNCHEZ, A. VELÁZQUEZ, Y E. ESPINOZA.** 2011. Diet of the endangered Tehuantepec jackrabbit, *Lepus flavigularis*. *Therya* 2:67-76.
- NEU, C. W., C. R. BYERS, Y B. PEEK.** 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 38:541-545.
- MARÍN, A. I., L. HERNÁNDEZ Y J. W. LAUNDRÉ.** 2003. Predation Risk and Food Quality in the Selection of Habitat by Black-Tailed Jackrabbit (*Lepus californicus*): An Optional Foraging Approach. *Journal of Arid Environments* 55:101-110.
- PÉREZ-GARCÍA, E. A., J. MEAVE, Y C. GALLARDO.** 2001. Vegetación y flora de la Región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Acta Botánica Mexicana* 56:19-88.
- RIOJA P., T. M.** 2008. Comportamiento reproductivo de la liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*) en su hábitat. Tesis de doctorado. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, México.
- RIOJA, T., C. LORENZO, E. NARANJO, L. SCOTT, Y A. CARRILLO-REYES.** 2008. Polygynous mating behavior in the endangered Tehuantepec jackrabbit (*Lepus flavigularis*). *Western North American Naturalist* 68:343-349.
- RIOJA, T., C. LORENZO, E. NARANJO, L. SCOTT, Y A. CARRILLO-REYES.** 2011. Breeding and parental care in the endangered Tehuantepec jackrabbit (*Lepus flavigularis*). *Western North American Naturalist* 71:56-66.
- SÁNTIZ, E.** 2006. Selección de hábitat y densidad de la liebre del Istmo *Lepus flavigularis* (Wagner 1844) en Oaxaca, México. Tesis de maestría. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA (SEMARNAP).** 1997. Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural. 1997-2000. SEMARNAP, Instituto de Ecología, Ciudad de México, México.
- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA (SEMARNAT).** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental - Especies de

flora y fauna silvestres en México - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, México.

- VARGAS, C.** 2000. Distribución, Abundancia y Hábitat de la Liebre Endémica *Lepus flavigularis* (Mammalia: Lagomorpha). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- VORHIES, C. T., Y W. P. TAYLOR.** 1933. The life histories and ecology of jack rabbits *Lepus alleni* and *Lepus californicus* in relation to grazing in Arizona. University of Arizona Technical Bulletin 49:471-587.
- WALLER, R. A., Y B. DUNCAN.** 1969. A Bayes rule for the symmetric multiple comparison problem. Journal of the American Statistical Association 64:1484-1499.

Sometido: 29 de marzo de 2012

Revisado: 10 de abril de 2012

Aceptado: 7 de mayo de 2012

Editor asociado: Juan Pablo Gallo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

