

Características do habitat do rato de figo de Índia (*Neotoma leucodon*) do Altiplano Potosino-Zacatecano

Characteristics of the habitat of the white-toothed woodrat (*Neotoma leucodon*) in the Potosino-Zacatecano Plateau

Hernández-Juárez Alma^{1ID}, Tarango-Arámbula Luis^{1ID}, Espinosa-Reyes Guillermo^{2ID}, Cortez-Romero César^{1ID}, Ugalde-Lezama Saúl^{3ID}, Olmos-Oropeza Genaro^{1*ID}

¹Posgrado de Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide 73, Colonia Centro, CP. 78620. Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. S.L.P. México. ²Centro de Investigación Aplicada en Ambiente y Salud de la Facultad de Medicina-CIACYT, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Av. Sierra Leona No. 550, Col. Lomas 2a, CP. 78210 San Luis Potosí, S.L.P. México. ³Departamento de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco, CP. 56230 Chapingo, Estado de México. *Autor responsável e para correspondência: Genaro Olmos Oropeza. delia_msn.com, ltarango@colpos.mx, guillermo.espinosa@uaslp.mx, ccortez@colpos.mx, biologo_ugalde@hotmail.com, olmosg@colpos.mx

RESUMO

O rato de figo de Índia (*Neotoma leucodon*) habita as zonas áridas do centro-norte de México e é importante para as comunidades rurais em termos de alimentação e rendimento económico. O objectivo era caracterizar o habitat do rato de figo de Índia no Altiplano Potosino-Zacatecano. Em 44 locais de toca e 44 locais aleatórios, registámos a altitude, a inclinação, a exposição à inclinação, a cobertura do solo: arbustos, gramíneas, rochas, material lenhoso e solo descoberto, bem como a densidade do figo de Índia, maguey, arbustos e palmeiras. Além disso, 21 caçadores-colectores (C-Co) foram inquiridos sobre as condições do habitat dos ratos. O rato construiu as suas tocas em maguey (40.4%) e 47.6% do C-Co disse que o rato era mais frequente nos figos de Índia. Noventa por cento das tocas estavam localizadas em encostas baixas ($\leq 4\%$) onde a densidade de arbustos e a cobertura eram dominantes ($2085.6 \pm 1825 \text{ ha}^{-1}$, $36.1 \pm 17.5\%$, respectivamente). As tocas de ratos estão associadas a arbustos e cactos, uma vez que fornecem alimento e protecção contra predadores. O C-Co considera que para conservar o rato é necessário permitir a sua reprodução, estabelecer épocas de caça e manter a vegetação.

Palavras-chave: Cobertura da terra, conhecimento local, densidade, tocas.

ABSTRACT

The white-toothed woodrat (*Neotoma leucodon*) inhabits the arid zones of north-central Mexico and is important for rural communities for food and economic income. The objective was to characterize the habitat of the white-toothed woodrat in the Potosino-Zacatecan Plateau. In 44 sites with burrows and 44 random sites, the altitude, slope, slope exposure, ground cover: shrubs, grasses, rock, woody material and bare soil, as well as the density of cactus, agave, shrubs and palms were recorded. In addition, 21 hunter-gatherers (H-G) were surveyed about woodrat habitat conditions. The woodrat builds its burrows in agaves (40.4%) and 47.6% of the H-Gs stated that the woodrat was more frequent in prickly pear cactus. Ninety% of the burrows were located on terrain with low slopes ($\leq 4\%$), where shrub density and cover were

dominant ($2085.6 \pm 1825 \text{ ha}^{-1}$, $36.1 \pm 17.5\%$, respectively). Rat burrows are associated with shrubs and cactus, as they provide them with food and protection from predators. The H-G consider that in order to conserve the woodrat it is necessary to allow them to reproduce, establish hunting seasons and maintain the vegetation.

Keywords: Soil cover, local knowledge, density, burrow.

INTRODUÇÃO

Os roedores constituem o maior grupo de mamíferos do mundo; no México existem cerca de 245 espécies conhecidas deles. O gênero *Neotoma* é composto por quatro subgêneros (*Teonopus*, *Hodomys*, *Teonoma* e *Neotoma*), este último constituído por quatro espécies (*albigula*, *floridana*, *lepida* e *mexicana*) (Hall, 1982) e mais recentemente *N. leucodon*, que, através da sequência de citocromo-b foi separado do grupo *N. albigula* (Edwards *et al.*, 2001).

As espécies distribuídas no Altiplano Potosino-Zacatecano são *N. leucodon* e *N. mexicana*. *N. leucodon* é distribuído a partir do sudeste do Colorado, leste do Novo México, oeste do Oklahoma e Texas (EUA). Sul através de Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Querétaro e para o México central, (Ceballos, 2010a), enquanto que a distribuição de *N. mexicana* começa a partir do sudeste de Utah e do centro do Colorado, EUA, do sul para o oeste e interior do México (Ceballos, 2010b).

Os ratos do figo de índia desempenham um papel importante na dinâmica da comunidade e são presas para algumas aves e mamíferos, incluindo humanos. No Altiplano Potosino-Zacatecano, esta espécie é explorada pela população rural como fonte de alimento e para o comércio local (Márquez-Olivas, 2002). Os habitantes desta área atribuem-lhe várias propriedades nutricionais e consideram-no um alimento seguro, uma vez que a sua dieta se baseia no consumo de plantas. No entanto, as suas preferências de habitat são desconhecidas.

A ratazana do cacto espinhoso é territorial e, tal como outros roedores, é ecologicamente importante uma vez que dispersa sementes (Schupp *et al.*, 2010) e favorece a regeneração das comunidades vegetais (Nathan & Muller-Landau, 2000); as comunidades vegetais também permitem o estabelecimento de diversas populações de roedores (Riojas-López, 2012). Além disso, as tocas de rato aumentam a infiltração de água, permitem a mineralização de azoto e fornecem abrigo para artrópodes (Whitford & Steinberger, 2010). *N. albigula* é um generalista e alimenta-se de *Opuntia* spp., *Yucca* spp., *Prosopis* spp. e *Agave* spp. (92%), frutos de cactos e insectos (Sorensen *et al.*, 2005); no entanto, pouco se sabe sobre a influência da vegetação na fixação das suas populações (Edwards & Bradley, 2002).

Foi mencionado que *N. leucodon* está associado ao mato do deserto (Edwards *et al.*, 2001); contudo, outro estudo mostrou que *N. leucodon* e *N. mexicana* não preferem nenhum tipo específico de vegetação (Villanueva-Hernández *et al.*, 2017). Ao contrário de outras espécies do mesmo género, como *N. lepida*, que requer habitats rochosos para termoregulação (Murray & Smith, 2012). Dadas estas diferenças, há necessidade de complementar os conhecimentos relacionados com a selecção da vegetação por espécies da fauna selvagem. Os objectivos deste trabalho foram: 1) caracterizar o habitat do rato do figo de índia (*Neotoma leucodon*) em sítios de toca e sítios aleatórios; 2) determinar as variáveis de habitat com as quais a presença do rato do figo de índia está mais associada; e 3) complementar a informação sobre as características do habitat com conhecimentos locais. Este estudo contribui para o conhecimento do género *Neotoma*, os seus resultados podem ser considerados para melhorar as condições do habitat e estabelecer planos de gestão para esta espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo. Este estudo foi realizado durante o período de Setembro a Dezembro de 2017 no Altiplano Potosino-Zacatecano, nos estados de San Luis Potosí, Zacatecas e Guanajuato (Figura 1). O Altiplano Potosino-Zacatecano situa-se na região fisiográfica da planície central do Altiplano Mexicano, nos planaltos do centro e sul de San Luis Potosí e sudeste de Zacatecas, e inclui Aguascalientes e regiões adjacentes de Guanajuato e Jalisco. A área de estudo está localizada nas coordenadas 21°30'a 23°30' LN e 100°45'a 102°45' LO. Esta zona é caracterizada pela presença de cadeias de montanhas, colinas e planícies, com altitudes que variam entre 1.000 e 2.600 m acima do nível do mar. O clima temperado seco predomina (BS₀ kw) com precipitação no Verão e no Inverno entre 5 e 10,2 % do total anual, com temperaturas médias do mês mais quente entre 12 e 18 °C e do mês mais frio entre -3 e 18 °C (INEGI, 2021). Nas comunidades vegetais é comum encontrar arbustos suculenta, rosetofilos e microfilicos.

As espécies vegetais que predominam no mato suculenta são do género *Opuntia*, incluindo: *O. leucotricha*, *O. streptacantha*, e espécies arbustivas tais como: *Dalea tuberculata*, *Jatropha dioica*, *Mimosa aculeaticarpa*. No matagal do deserto microfílico, *Larrea tridentata*, *Parthenium incanum*, *Prosopis laevigata*, *Zinnia acerosa*. O matagal rosetofilo é dominado por *Agave lechuguilla*, *Dasylyrion acotriche*, *Yucca carnerosana*, *Y. filifera*, e *Salvia ballotaeflora* (Giménez & González, 2011).

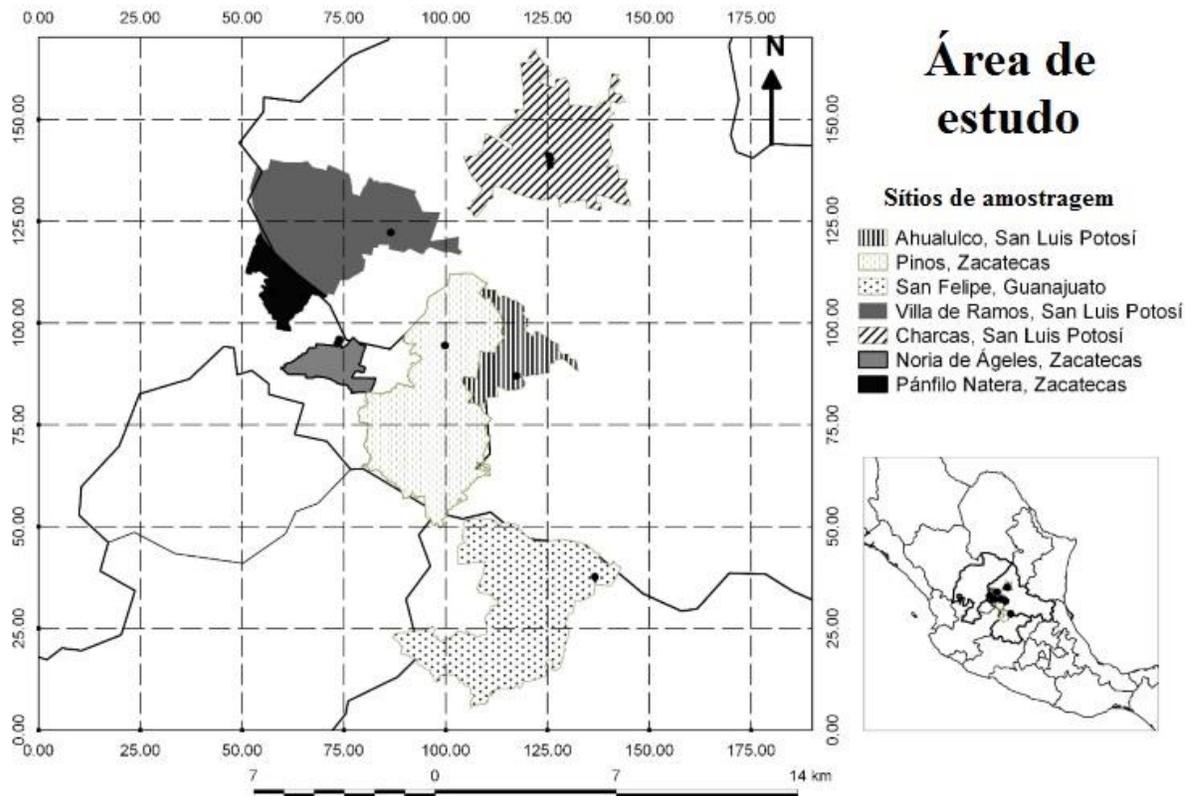


Figura 1. Estados e municípios onde o habitat do rato de figo de Índia (*Neotoma leucodon*) no Altiplano Potosino-Zacatecano foi caracterizado.

Caracterização do habitat. O habitat de ratos do figo de Índia foi caracterizado em parcelas circulares de 20 m de diâmetro (Solís & Gutiérrez, 1990), considerando as tocas activas como o centro e em locais aleatórios. As tocas foram localizadas com o apoio de caçadores locais através de passeios de campo e as tocas activas foram consideradas como sendo aquelas em que o material de construção foi encontrado disposto, com corredores livres de vegetação, presença de cactos e maguey roído. A amostragem de tocas activas consistiu na selecção das que mantinham uma distância de pelo menos 50 m entre uma tocada e outra. Uma parcela aleatória foi avaliada para cada parcela estabelecida nas tocas activas, que foram estabelecidas a 50, 100, 150 ou 200 m e numa direcção norte, sul, este e oeste, considerando a área da sua toca, cuja maior distância era de 50 m para *N. magister* (Hornsby, 2005), e a área de actividade de *N. fuscipes*, que de acordo com Innes *et al.* (2009) é restrita à área central da sua toca. Cranford (1977) relatou que a área de distribuição domiciliar de *N. fuscipes* masculinos e femininos era de 2 289 m² e 1 924 m², respectivamente.

Os locais de toca aleatórios foram geo-referenciados com um Sistema de Posicionamento Global (GPS Garmin Etrex 10) e foram avaliadas as seguintes variáveis: a) elevação, b) inclinação (%) (Suunto PM-5/360 PC clinometer), c) inclinação (compasso Brunton 5007), d) substrato (planta sobre a qual a toca é construída), e) número de figo de índia (*Opuntia* spp.), cardenches (*Cylindropuntia* spp.), magueys (*Agave* spp.), palmeiras (*Yucca* spp.) e arbustos, bem como cobertura do solo. Para quantificar a cobertura do solo nas categorias de arbustos, gramíneas, herbáceas, solo descoberto, material lenhoso e rocha, foram utilizadas duas linhas de Canfield de 20 m, cada uma dividida em 40 secções de intersecção (cada 50 cm).

Conhecimento local sobre o rato de figo de índia. A fim de conhecer a percepção dos caçadores-colectores (C-Co) sobre a utilização do habitat pelo rato cacto-pérola, os seus alimentos e algumas acções que consideram tomar para conservar as suas populações, foram aplicados inquéritos utilizando a metodologia da bola de neve, que consiste em pedir a cada pessoa que foi inquirida que recomende outras pessoas a serem entrevistadas (Ledesma *et al.*, 2002).

Análise estatística. Foram obtidas estatísticas descritivas (médias e desvios padrão) para as variáveis de habitat de ratos do figo de índia (cobertura do solo e densidade da vegetação). Foi realizado um teste não paramétrico Kruskal-Wallis no software JMP v.13.10 (2016) para comparar informação de locais escavados e aleatórios. Para diminuir a variância no conjunto de variáveis independentes (categorias de cobertura do solo, densidade de plantas, elevação, inclinação, exposição à inclinação) foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP) no software R v. 3.4.3 (R Core Team, 2013). A associação gráfica da presença de tocas com as variáveis resultantes da ACP foi obtida com uma Análise de Correspondência Simples (ACS) (Ledesma, 2008) no software Statistica v. 13.3 (2017); para isto, as variáveis ordinais foram convertidas em variáveis nominais e categorizadas. Em todos os casos, um intervalo de confiança de 95% e um $\alpha = 0,05$ foram considerados. Finalmente, as frequências e percentagens das variáveis incluídas nos inquéritos foram obtidas em Microsoft Excel (2016).

RESULTADOS

As tocas de ratos cactos estavam localizadas a uma altitude média de $2105 \pm 87,38$ m em encostas baixas (4 %) e apenas uma toca estava localizada num local com uma inclinação de 11 %. A exposição em encostas não representava um componente chave para o estabelecimento de tocas por *N. leucodon*, pois não havia preferência por qualquer exposição; contudo, foram encontradas 12 e 10 tocas nas exposições de Nordeste (NE) e Noroeste (NW), respectivamente.

No campo foi identificado que a maioria das tocas foram construídas na base de maguey (40,9%) e figo de índia (36,4%), enquanto 47,6% dos C-Co mencionaram que os ratos do figo de índia constroem as suas tocas em figo de índia e 33,3% deles mencionaram que constroem as suas tocas em maguey. No entanto, 42,8% dos C-Co dizem que os ratos são maiores quando estão no maguey. Foram encontradas tocas de ratos do figo de índia onde havia uma maior densidade de arbustos e maguey (Tabela 1).

Tabela 1. Média e desvios padrão da densidade de plantas (indivíduos ha⁻¹) em sítios com tocas e aleatórios no habitat de rato de figo de índia (*Neotoma leucodon*) do Altiplano Potosino-Zacatecano

	Sítio	
	Toca (n = 44)	Aleatório (n = 44)
Maguey	740.1 ± 899	263.3 ± 362.3
Figo de índia	590.3 ± 473.1	413 ± 563.1
Cardenche	102 ± 133.9	122.2 ± 154.7
Arbustos	2085.6 ± 1825	2156.6 ± 2004.9
Palmas	28.9 ± 67.9	20.3 ± 47.1

Em locais escavados e aleatórios, a densidade de plantas e variáveis de cobertura do solo não mostraram diferenças significativas ($\alpha = 0,05$), embora se tenha verificado que os locais escavados tinham uma maior densidade de maguey e figo de índia, bem como percentagens mais elevadas de cobertura por arbustos e material lenhoso, enquanto que os locais aleatórios tinham maior probabilidade de conter rochas, herbáceas e gramíneas (Tabela 2). O ACP sugere que, das 14 variáveis avaliadas, seis explicam o fenómeno em estudo em maior proporção (Tabela 3).

Tabela 2: Médias e desvios padrão da percentagem de cobertura do solo dos sítios com tocas e aleatórios no habitat de rato do figo de índia (*Neotoma leucodon*) do Altiplano Potosino-Zacatecano

Cobertura do solo (%)	Sítio	
	Toca (n = 44)	Aleatorio (n = 44)
Arbustos	36.1 ± 17.5	23.1 ± 16
Solo descoberto	18.6 ± 16.1	19.3 ± 19
Rocha	13.6 ± 13.2	23.2 ± 22.4
Material lenhoso	8.4 ± 5.6	1.5 ± 2.6
Gramíneas	13.4 ± 13.7	18.6 ± 18
Herbáceas	9.9 ± 15	14.2 ± 19.3

Tabela 3. Resultados da ACP para variáveis de habitat de sítios con tocas (44 sítios) e aleatórios (44 sítios) no habitat do rato de figo de índia (*Neotoma leucodon*) no Altiplano Potosino-Zacatecano

Variáveis	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3
ALTITUDE	0.3044	0.2360	- 0.1649
COB.ARBU	0.0639	- 0.5350	0.2142
COB.GRAMIN	- 0.0031	0.2899	0.4895
COB.MATLE	0.0610	-0.3566	- 0.294
COB.FORR	- 0.0846	0.2016	- 0.5663
COB.ROCH	- 0.4076	0.2375	0.0086
COB.SOLO	0.4437	- 0.0717	- 0.0969
DENS.ARBU	0.4095	- 0.0596	- 0.1404
DENS.CARDE	0.3586	0.1626	0.1045
DENS.MAGUEY	- 0.2506	- 0.3536	- 0.0717
DENS.FÍNDIA	- 0.0257	- 0.3696	0.3121
DENS.PALMAS	- 0.1699	- 0.2079	- 0.3700
DECLIVE	- 0.3746	0.0977	- 0.0047
Importância dos componentes			
	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3
Desvio padrão	1.7429231	1.5177777	1.2400455
Proporção de variância	0.2336755	0.1772038	0.1182856
Proporção acumulada	0.2336755	0.4108792	0.5291649

COB.ARBU = cobertura de arbusto (%), COB.GRAMIN = cobertura de gramíneas (%), COB.MATLE = cobertura de material lenhoso (%), COB.PAST = cobertura de forragem (%), COB.ROCH = cobertura de rocha (%), COB. SOLO = Cobertura do solo descoberto (%), DENS.ARBU = Densidade de arbustos ha⁻¹, DENS.CARDE = Densidade de cardenches ha⁻¹, DENS.MAGUEY = Densidade de maguey ha⁻¹, DENS FÍNDIA = Densidade de figo de Índia ha⁻¹, DENS.PALMAS = Densidade de palmas ha⁻¹, DENS.PALMAS = Densidade de palmas ha⁻¹

A análise de correspondência simples mostrou uma associação gráfica das variáveis resultantes da APC com a presença de tocas de ratos do figo de Índia na área de estudo, que identificou a formação de três grupos que estão relacionados com uma inércia que explica 37,5 % (Figura 2). Os grupos um e três mostram que o rato do figo de Índia tem preferência pela densidade de cactos de pêra picada, cobertura e densidade de arbustos, cobertura de rochas, cobertura de gramíneas e solo descoberto.

66,7 % dos inquiridos mencionaram que o rato do figo de índia baseia a sua dieta na ingestão de cacto rasteiro (*O. rastrera*), cacto cardon (*O. streptacantha*) e maguey (*Agave* spp.); por conseguinte, é considerado como um alimento saudável e livre de contaminantes. 36 % dos C-Co declararam que o rato pode ser caçado durante todo o ano; no entanto, esta actividade dizimou as suas populações, como 42,8% dos C-Co declararam, 38% mencionaram que a sua abundância permaneceu a mesma e apenas 23,8% mencionaram que aumentou. No entanto, a abundância do rato no Altiplano Potosino-Zacatecano é ainda desconhecida, bem como o seu nível de consumo e taxa de exploração por parte da população local.

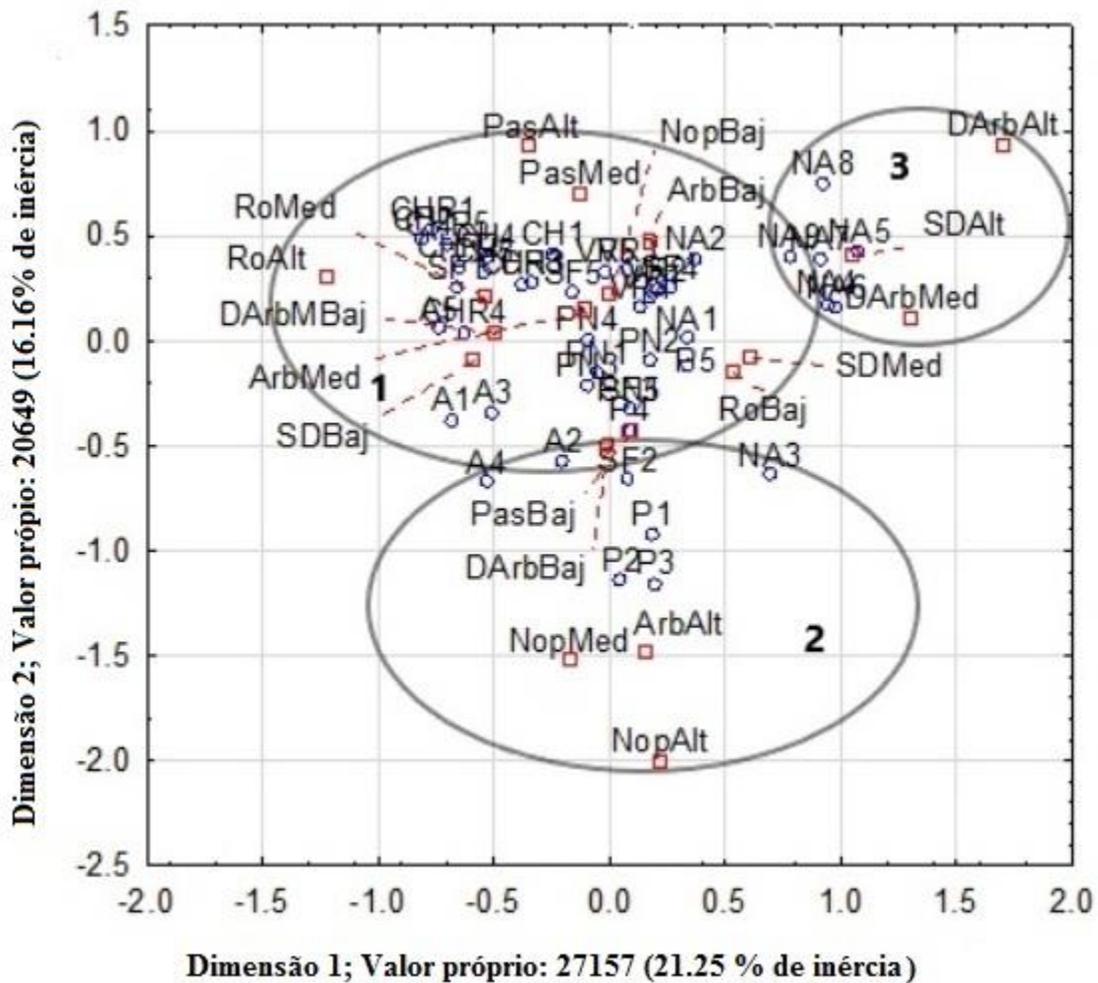


Figura 2. Representação dimensional do ACS para a presença do figo de índia (*Neotoma leucodon*) e as variáveis categóricas de habitat no Altiplano Potosino-Zacatecan. Sítios de tocas e □ variáveis de habitat; DArbMB= densidade de arbusto ha⁻¹ muito baixa, DArbBaj= densidade de arbusto ha⁻¹ baixa, DArbMed= densidade de arbusto ha⁻¹ média, DArbAlt= densidade de arbusto ha⁻¹ alta, ArbMed= cobertura de arbusto ha⁻¹ média, ArbBaj= cobertura de arbusto baixa, ArbAlt= cobertura de arbusto alta, RoBaj= cobertura de rocha baixa, RoMed= cobertura de rocha média, RoAlt= cobertura de rocha alta, PasBaj= cobertura de gramínea baixa, PasMed= cobertura de gramínea média, PasAlt= cobertura de gramínea alta, NopBaj= cobertura de figo de índia baixa ha⁻¹, NopMed= cobertura de figo de índia média ha⁻¹, SDBaj= cobertura de solo descoberto baixa, SDMed= cobertura de solo descoberto média, SDAlt= cobertura de solo descoberto alta.

71,4% dos C-Co mencionaram que existe um rato por toca e os restantes mencionaram que quando as fêmeas estão a amamentar este número aumenta. Portanto, o C-Co mencionou que, para manter uma abundância adequada ao longo do tempo, é importante deixá-los reproduzir, manter a vegetação e estabelecer épocas de caça (Figura 3).

É importante mencionar que os C-Co consideram que a caça de ratos-cavalos de cactos perolados não é um desporto, fazem-no por necessidade e porque o consideram para uso medicinal. O C-Co menciona que, embora possam utilizar o rato durante todo o ano, extraem-nos quando os encomendam a uma pessoa doente ou quando desejam consumi-los.

Em alguns lugares, a caça ao rato causa danos à vegetação quando os ratos estão muito escondidos e é necessário escavar fundo para os encontrar. No entanto, os caçadores, conscientes do impacto desta actividade, quando cortam os caules dos cactos para procurar e recolher os ratos, certificam-se de os cobrir com terra, que consideram reflorestada. Do mesmo modo, nas visitas de campo que foram realizadas, a maior parte das tocas estavam localizadas em maguey seco, onde é mais fácil obtê-las. Por outro lado, os C-Co não destroem completamente a toca, uma vez que outro rato fará ninho nela; portanto, na maioria das vezes eles caçam os ratos nos ejectos locais.

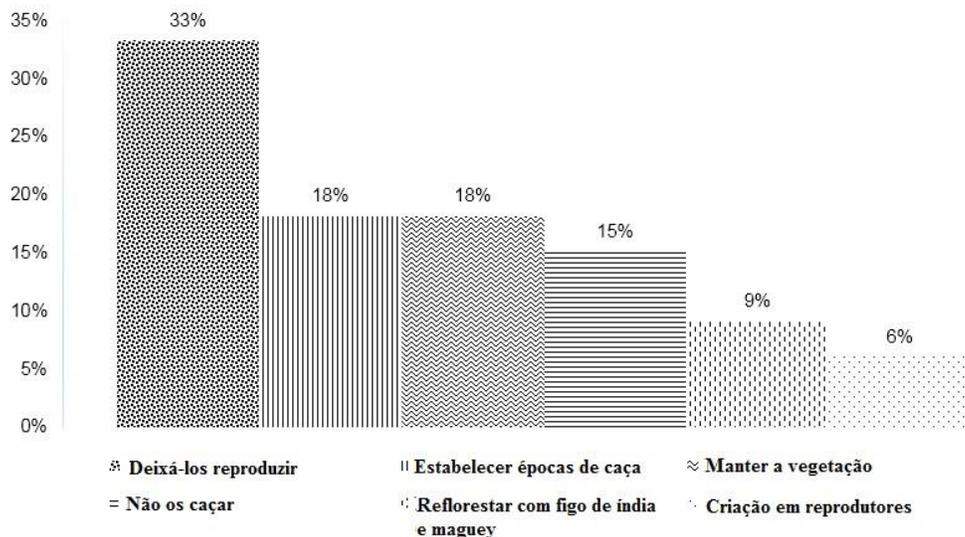


Figura 3: Aspectos considerados importantes pela população local para conservar as populações do rato de figo de índia (*Neotoma leucodon*) no Altiplano Potosino-Zacatecano

DISCUSSION

O rato selecciona declives relativamente baixos (4%) para a construção de tocas, ao contrário de outras espécies do mesmo género, por exemplo *N. fuscipes* constrói as suas tocas em declives até 35% e à medida que a inclinação aumenta, a probabilidade de encontrar uma toca é de 15% (Innes *et al.*, 2007), talvez porque a inclinação permite uma melhor drenagem. No entanto, as tocas em encostas íngremes sofreram mais danos devido ao tempo e aos predadores (Slowik, 2015).

A construção de tocas na base das suas principais fontes alimentares (*Opuntia* spp. e *Agave* spp.) garante a proximidade dos seus alimentos e evita encontros antagónicos intra-específicos (De Haro & Martínez-Gutiérrez, 2017); além disso, proporciona protecção durante a forragem e o gasto de energia para a deslocação é menor (Atsatt & Ingram, 1983). Outra estratégia de sobrevivência desta espécie é proteger a entrada das suas tocas, onde fazem ninhos, descansam, armazenam alimentos e servem de abrigo para outras espécies invertebradas (Innes *et al.*, 2007; Whitford & Steinberger, 2010). A protecção da entrada da toca consiste em formar montes de material vegetal seco, ramos de arbustos e cactos espinhosos, o que lhes permite manter os predadores afastados; este comportamento é também característico de *N. lepida* (Murray & Smith, 2012). Outras vezes *N. magister*, *N. lepida* e *N. cinerea*, seleccionam afloramentos rochosos para construir as suas tocas, uma vez que é menos trabalho proteger as suas tocas e fornecer-lhes vários meios de fuga (Lombardi *et al.*, 2017).

A densidade de arbustos e do figo de índia no mato do deserto provou ser um componente importante do habitat dos ratos do figo de índia. O cacto é uma fonte de alimento e água para o do figo de índia, enquanto os arbustos fornecem material de construção e uma diversidade de alimentos. No Arizona, *N. albigula* atingiu as suas populações mais altas em locais onde o figo de índia é abundante, mesmo na ausência de cobertura arbustiva e mesmo em prados abertos (Eldridge *et al.*, 2009). Ao contrário de *N. leucodon*, *N. albigula* não se associa aos cactos, mas associa-se aos arbustos (Turkowski & Watkins, 1976) tal como *N. fuscipes riparia*, que está positivamente correlacionado com a densidade vegetal, uma vez que constrói as suas tocas sob coberto de arbustos (Schooley *et al.*, 2018). Em contraste, na Califórnia foi relatado que embora a densidade de arbustos seja um componente importante do microhabitat, ela não determina a localização de *N. fuscipes* (Innes *et al.*, 2007).

Cobertura de arbustos, gramíneas, rochas e a presença de solo descoberto eram componentes importantes do habitat dos ratos do figo de índia. A cobertura arbustiva não só proporciona protecção contra a predação, como também melhora as condições de humidade e temperatura para a sobrevivência da espécie (Slowik, 2015). Da mesma forma, *N. cinerea* está associada à cobertura de coníferas e troncos acima do solo

(Lehmkuhl *et al.*, 2006) em contraste com outros estudos que mencionam que *Neotoma leucodon* não mostra uma associação com cobertura vegetal (Markovchick-Nicholls *et al.*, 2008). No entanto, para determinar a preferência de habitat do rato do figo de índia, é necessário aumentar o esforço de amostragem, identificar espécies de arbustos e de figo da pêra e determinar o seu índice de valor de importância. A cobertura de gramínea é importante, pois a gramínea funciona como um substituto alimentar para os ratos do figo de índia quando a comida é escassa (Eldridge *et al.*, 2009). A cobertura do solo descoberto pode não estar intimamente relacionada com a presença de ratos picada no habitat; contudo, esta variável pode ser um indicador de perturbações humanas tais como o pastoreio do gado e os efeitos erosivos causados pelo vento e pela chuva. É muito provável que a associação do rato do figo de índia com cobertura de erva e arbustos seja uma estratégia para evitar encontros antagônicos e competição no seu nicho.

Foi relatada uma redução significativa do rato do figo de índia no centro-norte de México, onde a sobre-colheita reduziu as suas populações a tal ponto que a população local acreditou que estava extinta (Martínez-Calderas *et al.*, 2015). No entanto, no Altiplano Potosino-Zacatecano, a abundância do rato é ainda desconhecida e não existe informação sobre o nível de exploração pela população local. Embora internacionalmente, *N. leucodon* e *N. mexicana* se encontrem na categoria de Menos Preocupação, devido à sua ampla distribuição e presumível grande população (IUCN, 2016a; 2016b), no México estas espécies não estão listadas no NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2010).

Embora o rato do figo de índia não esteja sob qualquer estatuto de protecção, a fim de evitar a sua sobreexploração, é necessário estabelecer planos de gestão para a sua utilização sustentável, estabelecer a época de caça e normalizar os métodos de caça. Em referência às recomendações do C-Co para manter o rato do figo de índia, deve ser estabelecido um Sistema de Unidades de Gestão para a Conservação da Vida Selvagem e centros de criação e reprodução para efeitos de reintrodução em habitats como os reportados no presente estudo.

CONCLUSÕES

O conhecimento local das condições de habitat do rato do figo de índia e a investigação de campo mostram que a presença do figo de índia e arbustos (huizaches, gobernadora e rama blanca) são um componente chave do habitat do rato do figo de índia, pois é destes que depende para a alimentação. Da mesma forma, o figo de índia fornece o substrato para a construção da sua toca e os arbustos fornecem o material, bem como protecção contra predadores e altas temperaturas. Embora nesta investigação o maguey fosse o principal substrato onde os ratos do figo de índia construíam as suas tocas, não era um componente importante de acordo com os ACP e ACS.

Sem dúvida, o sucesso da sobrevivência do rato do figo de índia deve-se à sua gama alimentar, à sua adaptabilidade a diversos ecossistemas e à sua capacidade de construir as suas tocas com os materiais disponíveis no seu habitat. Os resultados desta investigação e as considerações dos caçadores-colectores sugerem a manutenção da vegetação no habitat do rato do figo de índia, bem como a elaboração de planos de gestão para a utilização sustentável da espécie no Altiplano Potosino-Zacatecano.

AGRADECIMENTOS

Ao Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí, pelo financiamento da investigação, ao CONACyT pelo fornecimento de recursos financeiros para a bolsa de mestrado do primeiro autor, ao biólogo Alfredo Esparza Orozco pelo seu apoio, e aos caçadores-colectores do Altiplano Potosino-Zacatecano pelo seu apoio no terreno e pela sua colaboração na resposta aos inquéritos.

LITERATURA CITADA

ATSATT PR, Ingram T. 1983. Adaptation to oak and other fibrous, phenolic-rich foliage by a small mammal, *Neotoma fuscipes*. *Oecologia*. 60:135–142. <https://doi.org/10.1007/BF00379333>

CEBALLOS G. 2010a. *Neotoma leucodon* (Rata magueyera). Distribución potencial. http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/neo_leucgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no

CEBALLOS G. 2010b. *Neotoma mexicana* (Rata magueyera). Distribución potencial. http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/neo_mexigw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no

CRANFORD JA. 1977. Home range and habitat utilization by *Neotoma fuscipes* as determined by radiotelemetry. *Journal of Mammalogy*. ISSN:0022-2372. 58:165–172. <https://doi.org/10.2307/1379573>

DE HARO S, Martínez-Gutiérrez GP. 2017. Relación espacial entre nopales y madrigueras de rata magueyera *Neotoma leucodon* en Mapimí, México. *Galemys, Spanish Journal of Mammalogy*. 29:1–6. <https://doi.org/10.7325/84>

EDWARDS CW, Bradley RD. 2002. Molecular systematics and historical phylogeography of the *Neotoma mexicana* species group. *Journal of Mammalogy*. 83:20–30. ISSN: 0022-2372. [https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2002\)083<0020:MSAHPO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2002)083<0020:MSAHPO>2.0.CO;2)

EDWARDS CW, Fulhorst CF, Bradley RD. 2001. Molecular phylogenetic of the *Neotoma albigula* species group: further evidence of a paraphyletic assemblage. *Journal of Mammalogy*. 82:267–279. ISSN: 0022-2372. [https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2001\)082<0267:MPOTNA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2001)082<0267:MPOTNA>2.0.CO;2)

ELDRIDGE DJ, Whitford WG, Duval BD. 2009. Animal disturbances promote shrub maintenance in a desertified grassland. *Journal of Ecology*. 97:1302–1310. ISSN: 1365-2745. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01558.x>

GIMÉNEZ AJ, González CO. 2011. Pisos de vegetación de la Sierra de Catorce y territorios circundantes (San Luis Potosí, México). *Acta Botánica Mexicana*. 94: 91–123. ISSN: 0187-7151. <http://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n94/n94a4.pdf>

HALL ER. 1982. The mammals of North America. 2nd ed. John Wiley and Sons, New York. *Journal of Mammalogy*. 63: 718–719. <https://doi.org/10.2307/1380296>

HORNSBY BS, Ruiz AM, Castleberry SB, Castleberry NL, Ford WM, Wood PB. 2005. Fall movements of allegheny woodrats in harvested and Intact stands in West Virginia. *Northern Journal of Applied Forestry*. 22:281–284. ISSN:0742-6348 <https://doi.org/10.1093/njaf/22.4.281>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2021). Mapas de climatología. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/>

INNES RJ, Vuren V, Dirk H, Kelt DA, Johnson ML, Wilson JA, Stine PA. 2007. Habitat associations of dusky-footed woodrats (*Neotoma fuscipes*) in Mixed-Conifer Forest of the Northern Sierra Nevada. *Journal of Mammalogy*. 88:1523–1531. ISSN: 0022-2372. <https://doi.org/10.1644/07-MAMM-A-002R.1>

INNES RJ, Vuren V, Dirk H, Kelt DA, Wilson JA, Johnson ML. 2009. Spatial organization of dusky-footed woodrats (*Neotoma fuscipes*). *Journal of Mammalogy*. 90: 811–818. ISSN: 0022-2372. <https://doi.org/10.1644/08-MAMM-A-126.1>

IUCN Red List of Threatened Species (International Union to Conservation of Nature). 2016a. *Neotoma leucodon*: Timm R, Álvarez-Castañeda ST, Lacher T. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature. <http://www.iucnredlist.org/details/136793/0>

IUCN Red List of Threatened Species (International Union to Conservation of Nature). 2016b. *Neotoma mexicana*: Linzey AV, Matson J, Pérez S. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature. <http://www.iucnredlist.org/details/14590/0>

LEDESMA R, Valero-Mora P, Young FW. 2002. Análisis de Homogeneidad en ViSta "The Visual Statistics System". *Metodología de las Ciencias del Comportamiento*. 4(1): 139–149. https://www.researchgate.net/profile/Ruben-Ledesma-2/publication/313758246_Analisis_de_Homogeneidad_en_ViSta_The_Visual_Statistics_System/links/58a4f93fa6fdcc0e07647da9/Analisis-de-Homogeneidad-en-ViSta-The-Visual-Statistics-System.pdf.

LEDESMA R. 2008. Software de análisis de correspondencias múltiples: una revisión comparativa. *Metodología de Encuestas*. 10:59-75. ISSN: 1575-7803. <http://casus.usal.es/pkp/index.php/MdE/article/view/987>

LEHMKUHL JF, Kistler KD, Begley JS. 2006. Bushy-tailed woodrat abundance in dry forests of eastern Washington. *Journal of Mammalogy*. 87: 371–379. ISSN:0022-2372. <https://doi.org/10.1644/05-MAMM-A-053R1.1>

LOMBARDI JV, Mengak MT, Castleberry SB, Terrell VK. 2017. Mammal occurrence in rock outcrops in Shenandoah National Park: Ecological and anthropogenic factors influencing trap success and co-occurrence. *Natural Areas Journal*. 37:507–514. ISSN: 0885-8608. <https://doi.org/10.3375/043.037.0407>

MARKOVCHICK-NICHOLLS L, Regan HM, Deutschman DH, Widyanata A, Martin B, Noreke L, Ann HT. 2008. Relationships between human disturbance and wildlife land use in urban habitat fragments. *Conservation Biology*. 22: 99–109. ISSN:1523-1739. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00846.x>

MÁRQUEZ-OLIVAS M. 2002. Características reproductivas de la rata magueyera (*Neotoma albigula*) en cautiverio. *Acta Zoológica Mexicana*. 86:139–144. ISSN: 0065-1737. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372002000200008.

MARTÍNEZ-CALDERAS JM, Palacio-Núñez J, Clemente-Sánchez F, Martínez-Montoya JF, Sánchez-Rojas G, Olmos-Oropeza G. 2015. Distribución potencial de la rata magueyera (*Neotoma leucodon* Merriam 1984) y densidad de madrigueras en el sur del desierto chihuahuense. *Therya*. 6(2):421–434. ISSN:2007-3364. <https://doi.org/10.12933/therya-15-223>

MURRAY IW, Smith FA. (2012). Estimating the influence of the thermal environment on activity patterns of the desert woodrat (*Neotoma lepida*) using temperature chronologies. *Canadian Journal of Zoology*. 90(9):1171-1180. ISSN: 0008-4301. <https://doi.org/10.1139/z2012-084>

NATHAN N, Muller-Landau N. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology & Evolution*. 15:278–285. ISSN: 0169-5347. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)01874-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01874-7)

R CORE TEAM. 2013. Methodology Reference. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/oxygen-consuming-substances-in-rivers/r-development-core-team-2006>

RIOJAS-LÓPEZ ME. 2012. Response of rodent assemblages to change in habitat heterogeneity in fruit-oriented nopal orchards in the Central High Plateau of Mexico. *Journal of Arid Environments*. 85:27–32. ISSN: 0140-1963 <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.04.004>

SCHOOLEY RL, Bestelmeyer BT, Campanella A. 2018. Shrub encroachment, productivity pulses, and core-transient dynamics of Chihuahuan Desert rodents. *Ecosphere*. 9(7):1-18. ISSN: 2150-8925. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2330>

SCHUPP EW, Jordano P, Gómez JM. 2010. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. *New Phytologist*. 188:333–353. ISSN:1469-8137. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03402.x>

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010. <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-059-semarnat-2010>

SLOWIK TJ. 2015. Microhabitat and house use by dusky-footed woodrats (*Neotoma fuscipes*) in Northwestern California: Insight from trapping data. *Western North American Naturalist*. 75:380–384. ISSN: 1527-0904. <https://doi.org/10.3398/064.075.0317>

SOLIS DM, Gutiérrez RJ. 1990. Summer habitat ecology of northern spotted owls in Northwestern California. *The Condor*. 92:739–748. ISSN: 0010-5422. <https://doi.org/10.2307/1368693>

SORENSEN JS, McLister JD, Dearing MD. (2005). Novel plant secondary metabolites impact dietary specialists more than generalists (*Neotoma spp*). *Ecology*. 86(1):140-154. ISSN:1939-9170. <https://doi.org/10.1890/03-0669>

TURKOWSKI FJ, Watkins RK. 1976. White-throated woodrat (*Neotoma albigula*) habitat relations in modified pinyon-juniper woodland of southwestern New Mexico. *Journal of Mammalogy*. 57:586–591. ISSN:1545-1542. <https://doi.org/10.2307/1379311>

VILLANUEVA-HERNÁNDEZ AL, Delgado-Zamora DA, Heynes-Silerio SA, Ruacho-González L, López-González C. 2017. Habitat selection by rodents at the transition between the Sierra Madre Occidental and the Mexican Plateau, México. *Journal of Mammalogy*. 98:293–301. ISSN: 0022-2372. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw173>

WHITFORD WG, Steinberger Y. 2010. Pack rats (*Neotoma spp.*): Keystone ecological engineers? *Journal of Arid Environments*. 74:1450–1455. ISSN:0140-1963. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2010.05.025>