

## Use of water developments by white-tailed deer in an extensive AHU in the biosphere reserve Tehuacan-Cuicatlan, Mexico

### Uso de bebederos artificiales por venado cola blanca en una UMA extensiva en la reserva de biosfera Tehuacán-Cuicatlán, México

Mandujano-Rodríguez, Salvador<sup>1\*</sup>; Hernández Carlos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ecología A.C., Red Biología y Conservación de Vertebrados, km 2.5 Carretera Antigua Coatepec No. 351, Congregación del Haya, Xalapa, Veracruz. C.P. 91070, México.

\*Autor de correspondencia: salvador.mandujano@inecol.mx

#### ABSTRACT

**Objective:** To describe the use of water developments by the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in an extensive animal handling unit (AHU) in the Tehuacan-Cuicatlan Biosphere Reserve.

**Design/methodology/approach:** Water developments were monitored using 26 camera-traps during the dry seasons of 2014, 2016 and 2018. The visit rate and the daytime visits pattern were estimated and analyzed in the program R.

**Results:** The average visit rate was 4.14 deer/100 days. In the dry season of 2018 this rate was significantly higher than in 2014 and 2016. The pattern of visits to the drinking troughs was mainly diurnal.

**Limitations of the study/implications:** This type of studies allows to evaluate the success of the actions of habitat improvement in extensive AHUs.

**Findings/Conclusions:** Water developments in extensive AHUs, mainly in arid environments such as the study site, are an important source of water for white-tailed deer and other species of mammals and birds which were observed to also take advantage of this resource.

**Keywords:** phototrapping, visit rate, daytime pattern, habitat management.

#### RESUMEN

**Objetivo:** Describir el uso de bebederos artificiales por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en una unidad de manejo animal (UMA) extensiva en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se monitorearon bebederos empleando 26 cámaras-trampa durante las temporadas secas de 2014, 2016 y 2018. Se estimó la tasa de visita y el patrón diurno de visitas a los bebederos. Los análisis se hicieron en el programa R.

**Resultados:** La tasa de visita promedio fue de 4.14 venados/100 días. En la temporada seca del 2018 esta tasa fue significativamente mayor al 2014 y 2016. El patrón de visitas a los bebederos fue principalmente diurno.



**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Este tipo de estudios permiten evaluar el éxito de las acciones de mejoramiento del hábitat en UMAs extensivas.

**Hallazgos/conclusiones:** Los bebederos artificiales en UMAs extensivas, principalmente en ambientes áridos como el del sitio de estudio, son una importante fuente de agua para el venado cola blanca y otras especies de mamíferos y aves las cuales se observó que también aprovechan este recurso.

**Palabras clave:** fototrampeo, tasa visita, patrón diurno, manejo hábitat.

## INTRODUCCIÓN

**En regiones** áridas el agua es un recurso limitante para algunas especies de vertebrados (Larsen *et al.*, 2012; McKee *et al.*, 2015; Simpson *et al.*, 2011), y es un factor importante para evaluar la calidad del hábitat (Delfín-Alfonso *et al.*, 2009). La distribución local, densidad poblacional y actividad de algunas especies de herbívoros son mayores en sitios cercanos a fuentes de agua (Thrash *et al.*, 1995; Muposhi *et al.*, 2016). Por ejemplo, los venados bura (*Odocoileus hemionus*) realizan movimientos hacia sitios con una mayor disponibilidad de agua (Rautenstrauch y Krausman, 1989) y se desplazan en áreas menores cuando la disponibilidad de agua es alta (McKee *et al.*, 2015). En el norte de México, los movimientos del venado cola blanca (*O. virginianus*) están relacionados positivamente con la precipitación, debido a que la disponibilidad de recursos incrementa con las lluvias (Bello *et al.*, 2001; 2004). En regiones tropicales dominadas por selva baja caducifolia con marcada temporalidad en la disponibilidad de recursos, los venados satisfacen sus requerimientos hídricos con la humedad contenida en plantas, frutos, flores y partes suculentas, aprovechando el rocío, y utilizando depósitos naturales como las sartenejas en la Península de Yucatán (Mandujano y Gallina, 1995; Villarreal Espino-Barros y Marín Fuentes, 2005; Delgado-Martínez *et al.*, 2017).

Ante las condiciones climáticas adversas presentes en regiones áridas, se han realizado medidas para el mejoramiento del hábitat las cuales incluye la instalación de bebederos artificiales para la fauna silvestre (Epaphras *et al.*, 2008; Hayward y Hayward, 2012; Halloran y Deming, 1958; Treviño-Ruiz, 2010). Los objetivos de los bebederos son contrarrestar la pérdida y degradación de fuentes de aguas naturales, expandir la distribución, incrementar la productividad, reducir la mortalidad y favorecer el manejo (Destefano *et al.*, 2000; O'Brien *et al.*, 2006; Rosenstock *et al.*, 1999). En México se han realizado estudios que muestran el uso que dan los mamíferos a fuentes de agua tanto naturales como artificiales, mostrando que los bebederos son una herramienta útil no solo en zonas de clima árido, sino en zonas que presenten temporalidad (Delgado-Martínez *et al.*, 2017; Martínez-Kú *et al.*, 2008). Además, la instalación de bebederos para fauna silvestre es una práctica común al interior de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) (Gastelum-Mendoza *et al.*, 2014; Treviño-Ruiz, 2010).

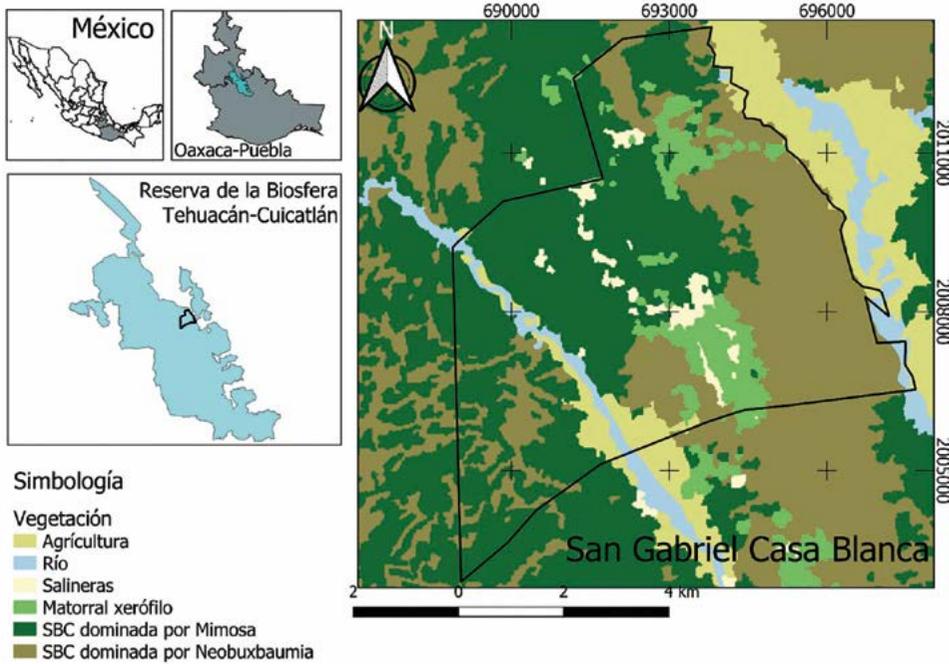
La distribución del venado cola blanca incluye la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC), la cual cuenta con un clima árido y precipi-

taciones en verano de 250 a 500 mm (Arriaga-Cabrera *et al.*, 2000; Mandujano *et al.*, 2016a). Durante la temporada seca del año la disponibilidad de agua disminuye y la mayoría de las plantas pierden las hojas, lo que reduce la cantidad de recursos alimenticios (Arriaga-Cabrera *et al.*, 2000). Al interior de la RBTC, en los Bienes Comunales de San Gabriel Casa Blanca se encuentra una UMA de aprovechamiento extensivo de venado cola blanca (Mandujano *et al.*, 2016b). Debido a las condiciones climáticas adversas presentes en la zona, se instalaron dos tipos de bebederos artificiales para proveer de agua a esta especie durante la temporada de secas. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar el uso de los bebederos por el venado cola blanca durante la época seca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio fue en los Bienes Comunales de San Gabriel Casa Blanca, localizado en el municipio de San Antonio Nanahuatipam en el estado de Oaxaca dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC) (Figura 1). Tiene una extensión territorial de 5,900 ha; se localiza entre las coordenadas 17° 39' - 18° 53' LN y 96° 55' - 97° 44' LO. El relieve de la zona está constituido por terrenos accidentados, cañadas y cerros. El clima presente es caluroso-semidesértico, la temperatura promedio anual es de 24 °C y las lluvias ocurren en verano con una precipitación total anual de 438 mm. El uso del suelo se encuentra dividido de la siguiente manera: un 8% para la agricultura, donde la actividad agrícola principal constituye el cultivo de caña de azúcar; 1% en asentamientos urbanos; 63% ocupado por la selva baja caducifolia; y



**Figura 1.** Ubicación de la UMA extensiva en la localidad de San Gabriel Casa Blanca dentro de la Reserva de Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

28% ocupado por el matorral crassicaule (Mandujano *et al.*, 2016b).

Desde el año 2012, el sitio de estudio se dio de alta como una UMA extensiva para la conservación y aprovechamiento extensivo de venado cola blanca y otras especies (Mandujano *et al.*, 2016b). Como medida para incrementar la calidad del hábitat, entre los años 2014 y 2016 se instalaron 28 bebederos artificiales concentrados en un área aproximada de 63 ha dentro de la UMA. Se construyeron dos tipos de bebederos: el Tipo 1 tiene forma cuadrada, está a nivel del suelo, tiene una capacidad de 100 L; el Tipo 2 tiene una forma circular con una profundidad de 40 cm; y está elevado 30 cm del suelo lo que permite ingresar al bebedero (Figura 2). El número de bebederos es de 15 y 13 para los tipos 1 y 2, respectivamente.

### Trabajo en campo

Durante los meses de enero a mayo se monitorearon 5, 9 y 12 bebederos en 2014, 2016 y 2018 respectivamente, mediante el uso de cámaras trampa (Figura 3). Las cámaras se colocaron a 5 m del bebedero, a una altura de 50 cm sobre el suelo, de manera que las cámaras tomaran en su totalidad el bebedero, así como las posibles rutas de acceso de los mamíferos. Las cámaras se programaron para tomar tres fotografías consecutivas con un tiempo de

espera de 15 segundos para una nueva activación del sensor, y se revisaron las cámaras. Para considerar visitas independientes se consideró una independencia entre registros de 10 minutos de manera similar a otros estudios (Hofmann *et al.*, 2016).

### Análisis de datos

Se calculó la tasa de visita como:  $\text{tasa de visitas} = \frac{\text{Número de eventos}}{\text{total de días}} \times 100$ . Las tasas de visita se calcularon para cada periodo de muestreo y por tipo de bebedero. Se empleó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía para conocer diferencias en las tasas de visita durante los tres periodos de muestreo; para conocer si la tasa de visita varía

entre tipos de bebederos se empleó la prueba de t-Student. Para conocer el patrón de visita diurno de los venados en los bebederos, se empleó el paquete R overlap (Ridout y Linkie, 2009).



**Figura 2.** Muestra de los dos tipos modelos de bebederos presentes en la UMA: Tipo 1 (foto superior) y Tipo 2 (inferior).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del 2014 al 2018 se muestrearon 26 bebederos durante 2,365 días/cámara y se obtuvieron un total de 100 visitas independientes de venados cola blanca. La tasa de visita durante los tres años fue de  $4.14 \pm 4.87$  venados/100 días. Hubo diferencia significativa en las tasas de visitas anuales, siendo mayor en el 2018 (Figura 4a;  $F=6.59$ ,  $gl=3$ ,  $23$ ,  $P=0.02$ ). Las tasas de visita obtenidas son menores a lo reportado en la península de Yucatán en aguadas (Delgado-Martínez *et al.*, 2017). Las visitas durante los años 2014 y 2016 fueron similares y menores a las de 2018. Esto puede deberse a que conforme pasa el tiempo los venados reconocen los bebederos como una fuente de agua alternativa de agua y recurren más a ellos, una vez que los han ubicado (Berbert y Fagan, 2012). Otra posible explicación es que durante el año 2018 las condiciones climáticas fueron más adversas para el venado (mayor

temperatura y menor precipitación) de manera que visitó más frecuentemente a los bebederos para satisfacer sus necesidades hídricas (Fuller *et al.*, 2014).

No se observó diferencia significativa en la tasa de visita por tipo de bebedero (Figura 4b;  $t=-0.48$ ,  $P=0.6$ ). Se esperaba inicialmente que las visitas fueran mayores en los bebederos de Tipo 2 (ver Figura 2) ya que permiten a los animales ingresar a los bebederos sin riesgos de caer y aprovechar el agua del fondo. Además de que al no estar a ras de suelo permite a los animales estar atentos a su entorno y prevenir la llegada de depredadores potenciales.

Durante los tres años de evaluación, las visitas a los bebederos presentaron un pico de actividad de 06:00 a 12:00 h (Figura 5). El patrón encontrado es similar a los reportados en trabajos previos (Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014; López-Tello *et al.*, 2015) y contrastante al patrón crepuscular reportado en el noreste del país (Gallina y Bello, 2014), y también a lo observado con venado bura en Nuevo México (Harris *et al.*, 2015).

## CONCLUSIONES

Ante las condiciones climáticas adversas en zonas con climas secos, los bebederos artificiales constituyen una alternativa para garantizar la disponibilidad de agua durante los periodos de escasez. Los bebederos en la UMA de San Gabriel Casa Blanca fueron instalados como

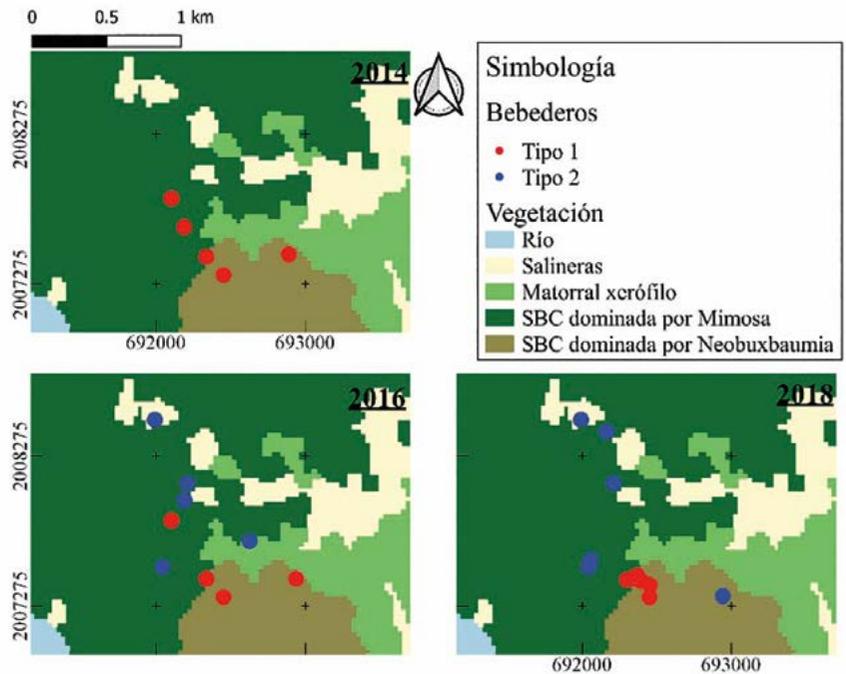


Figura 3. Ubicación de los dos tipos de bebederos muestreados en el 2014, 2016 y 2018.

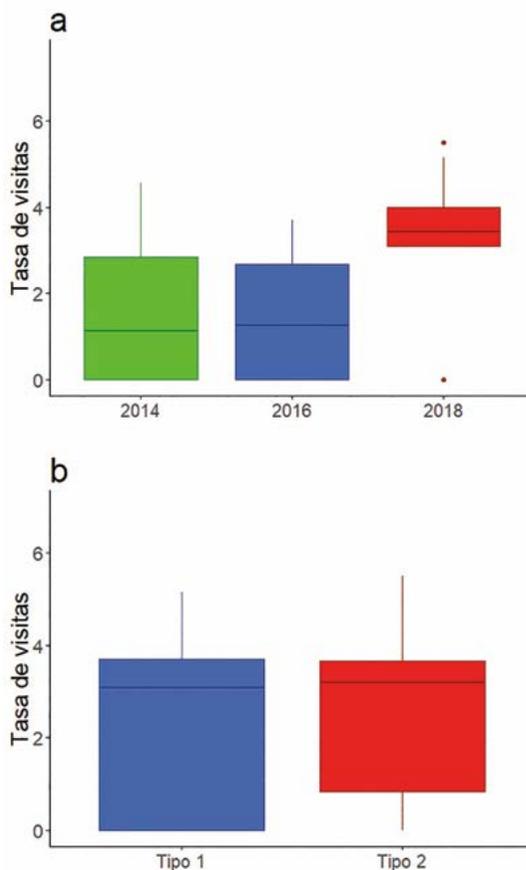
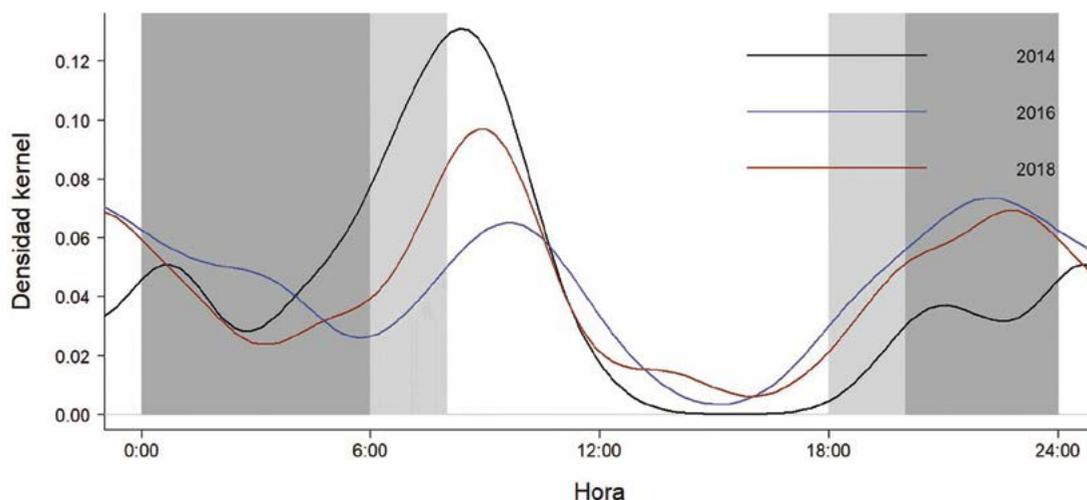


Figura 4. Tasa de visita a los bebederos por el venado cola blanca en los diferentes años (a) y tipos de bebedero (b).



**Figura 5.** Patrón diario de visitas a los bebederos por el venado cola blanca durante las tres temporadas de muestreo. Sección gris oscuro indican noche, mientras que el gris claro indica el crepúsculo.

medida de mejoramiento del hábitat de venado cola blanca. Aunque no se documenta este aspecto en el presente trabajo, se observó que los bebederos son usados por otras especies de mamíferos como *Lynx rufus*, *Pecari tajacu* y *Urocyon cinereoargenteus*, y de aves como *Zenaida asiatica*, *Buteo jamaicensis* y *Geococcyx californianus*.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte de los proyectos CONACYT CB-2009-01-130702 y CB-2015-01-256549. El primer autor recibió beca de CONACYT No. 27763. Agradecemos el apoyo en campo de K. L. Velázquez-Carrillo y A. Zavaleta; los comentarios y sugerencias de L. A. Pérez-Solano; y el apoyo de la comunidad de San Gabriel Casa Blanca.

## LITERATURA CITADA

- Arriaga-Cabrera, L., Espinoza-Rodríguez, J.M., Aguilar-Zúñiga, C., Martínez-Romero, E., Gómez-Mendoza, L. & Loa-Loza, E. (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.
- Bello, J., Gallina, S., & Equihua, M. (2004). Movements of the white-tailed deer and their relationship with precipitation in Northeastern Mexico. *Interciencia*, 29(7), 357-361.
- Bello, J., Gallina, S., Equihua, M., Mandujano, S., & Delfin, C. (2001). Activity areas and distance to water sources by white-tailed deer in Northeastern Mexico. *Vida Silvestre Neotropical*, 10(1-2), 30-37.
- Berbert, J.M. & Fagan, W.F. (2012). How the interplay between individual spatial memory and landscape persistence can generate population distribution patterns. *Ecological Complexity*, 12, 1-12. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2012.07.001>
- Cortés-Marcial, M. & Briones-Salas, M. (2014). Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1433-1448. Recuperado de <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i4.13285>
- Delfin-Alfonso, C.A., Gallina, S. & López-González, C.A. (2009). Evaluación del hábitat del venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México. *Tropical Conservation Science*, 2(2), 215-228.
- Delgado-Martínez, C. M., Alvarado, F., Mendoza, E., Flores-Hernández, S., Navarrete, A., Navarrete, E. & Botello, F. (2017). An ignored role of sartenejas to mitigate water shortage hazards for tropical forest vertebrates. *Ecology*, 0(0), 1-3. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/ecy.2078>
- Destefano, S., Schmidt, S. L. & James, C deVos, J. (2000). Observations of predator activity at wildlife water developments in Southern Arizona. *Journal of Range Management*, 53(3), 255-258.
- Epaphras, A. M., Gereta, E., Lejora, I.A., Ole Meing'ataki, G.E., Ng'umbi, G., Kiwango, Y. & Mtahiko, M.G.G. (2008). Wildlife water utilization and importance of artificial waterholes during dry season at Ruaha National Park, Tanzania. *Wetlands Ecology and Management*, 16(3), 183-188. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s11273-007-9065-3>
- Fuller, A., Hetem, R.S., Maloney, S.K. & Mitchell, D. (2014). Adaptation to heat and water shortage in large, arid-zone mammals. *Physiology*, 29(3), 159-167. Recuperado de <https://doi.org/10.1152/physiol.00049.2013>
- Gallina, S. & Bello Gutierrez, J. (2014). Patrones de actividad del venado cola blanca en el noreste de México. *Therya*, 5(2), 423-436. Recuperado de <https://doi.org/10.12933/therya-14-200>
- Gastelum-Mendoza, F.I., Arroyo-Ortega, J.P. & León-López, L.I. (2014). Estimación de la abundancia poblacional de fauna silvestre, mediante el uso de cámaras trampa. *Agroproductividad*, 7(5), 32-36.
- Halloran, A. F. & Deming, O.V. (1958). Water development for desert bighorn sheep. *The Journal of Wildlife Management*, 22(1), 1-9.
- Harris, G., Sanderson, J.G., Erz, J., Lehnen, S.E. & Butler, M.J. (2015). Weather and prey predict mammals' visitation to water. *PLoS ONE*, 10(11), 1-21. Recuperado de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141355>

- Hayward, M.W. & Hayward, M.D. (2012). Waterhole use by African fauna. *South African Journal of Wildlife Research*, 42(2), 117-127. Recuperado de <https://doi.org/10.3957/056.042.0209>
- Hofmann, G.S., Coelho, I.P., Bastazini, V.A.G., Cordeiro, J.L.P. & de Oliveira, L.F.B. (2016). Implications of climatic seasonality on activity patterns and resource use by sympatric peccaries in northern Pantanal. *International Journal of Biometeorology*, 60(3), 421-433. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1040-8>
- Larsen, R.T., Bissonette, J.A., Flinders, J.T. & Whiting, J.C. (2012). Framework for understanding the influences of wildlife water developments in the western United States. *California Fish and Game*, 98(3), 148-163.
- López-Tello, E., Gallina, S. & Mandujano, S. (2015). Activity patterns of white-tailed deer in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Puebla-Oaxaca, Mexico. *DGS Newsletter*, 27, 32-43.
- Mandujano, S., Barrera-Salazar, A., Yañez-Arenas, C.A., Ramos-Robles, M.I., López-Tello, E., Gallina, S. & Mortero-Montiel, O. (2016a). Venado cola blanca en la región de la Cañada en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán de Oaxaca. En S. Mandujano (Ed.), *Venado cola blanca en Oaxaca. Potencial, conservación, manejo y monitoreo* (p. 288). Xalapa, Ver.: Instituto de Ecología, A. C., Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.
- Mandujano, S., López-Téllez, M.C., Barrera-Salazar, A., Romero-Castañón, S., Ramírez-Vera, B., López-Tello, E., Yañez-Arenas, C.A. & Castillo-Correo, J.C. (2016b). UMA extensiva de venado cola blanca en San Gabriel Casa Blanca, en la región de la Cañada. En S. Mandujano (Ed.), *Venado cola blanca en Oaxaca. Potencial, conservación, manejo y monitoreo* (p. 288). Xalapa, Ver.: Instituto de Ecología, A. C., Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.
- Mandujano, S. & Gallina, S. (1995). Disponibilidad de agua para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de México. *Vida Silvestre Neotropical*, 4(1), 107-118.
- Martínez-Kú, D.H., Escalona-Segura, G. & Vargas-Contreras, J.A. (2008). Importancia de las aguadas para los mamíferos de talla mediana y grande en Calakmul, Campeche, México. *Avances En El Estudio de Los Mamíferos II*. Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. México, 449-468.
- McKee, C.J., Stewart, K.M., Sedinger, J.S., Bush, A.P., Darby, N.W., Hughson, D.L. & Bleich, V.C. (2015). Spatial distributions and resource selection by mule deer in an arid environment: Responses to provision of water. *Journal of Arid Environments*, 122, 76-84. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.06.008>
- Muposhi, V.K., Gandiwa, E., Chemura, A., Bartels, P., Makuza, S.M. & Madiri, T.H. (2016). Habitat Heterogeneity Variably Influences Habitat Selection by Wild Herbivores in a Semi-Arid Tropical Savanna Ecosystem. *PLoS ONE*, 11(9). Recuperado de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163084>
- O'Brien, C., Waddell, R.B., Rosenstock, S.S. & Rabe, M.J. (2006). Wildlife use of water catchments in Southwestern Arizona. *Wildlife Society Bulletin*, 34(3), 582-591. Recuperado de [https://doi.org/10.2193/0091-7648\(2006\)34\[582:WUOWCI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0091-7648(2006)34[582:WUOWCI]2.0.CO;2)
- Rautenstrauch, K.R. & Krausman, P.R. (1989). Influence of water availability and rainfall on movements of desert mule deer. *Journal of Mammalogy*, 70(1), 197-201.
- Ridout, M. & Linkie, M. (2009). Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14(3), 322-337.
- Rosenstock, S.S., Ballard, W.B. & Devos, J.C. (1999). Viewpoint: Benefits and impacts of wildlife water developments. *Journal of Range Management*, 52(4), 302-311.
- Simpson, N.O., Stewart, K.M. & Bleich, V.C. (2011). What have we learned about water developments for wildlife? Not enough! *California Fish and Game*, 97(4), 190-209.
- Thrash, I., Theron, G.K. & Bothma, J. du P. (1995). Dry season herbivore densities around drinking troughs in the Kruger National Park. *Journal of Arid Environments*, 29(2), 213-219. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(05\)80091-6](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(05)80091-6)
- Treviño-Ruiz, A.A. (2010). Informe final SNIB.CONABIO proyecto No. CJ076. Alternativas para el mejoramiento de hábitat en UMA localizadas en la Zona 1, en base a la conservación y aprovechamiento sustentable. México, D.F.
- Villarreal Espino-Barros, O.A. & Marín Fuentes, M.M. (2005). Agua de origen vegetal para el venado cola blanca mexicano. *Archivos de Zootecnia*, 54(206-207), 191-196.

