

# Monitoreo de Jaguar (*Panthera onca*) mediante la técnica de foto-trampeo en la Reserva Jaguar del Norte, Sonora

Saúl Abraham Amador Alcalá, Francisco Javier Valenzuela Amarillas y Gerardo Carreón Arroyo,

Naturalia Comité para la Conservación de Especies Silvestres A.C.

**Resumen**--La Reserva Jaguar del Norte (RJN) se creó en 2003 con la finalidad de proteger la población más norteña de jaguar (*Panthera onca*), y a otras especies igualmente importantes que habitan en el territorio de esa región. Con el propósito de generar información de la población de felinos silvestres: jaguar, puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), y gato montes (*Lynx rufus*) se realizaron monitoreos con 92 cámaras-trampa dentro de la RJN. Se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 21,170 días-cámaras para los siete periodos en los que se dividió el estudio (enero-diciembre del 2014). Se registraron 14 especies de mamíferos, entre las que destacan además de los felinos, el coyote (*Canis latrans*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). El jaguar fue foto-capturado en 26 sitios de la reserva. Los índices de abundancia (reg./100 días-cámaras) con valores más altos entre los felinos fueron, lince con 3.15, puma con 1.72, ocelote con 0.76 y jaguar con 0.59. En lo que respecta a la densidad para el jaguar el valor máximo estimado fue 1.03 ( $\pm 0.54$ ) ind/100 km<sup>2</sup>. El trapeo-fotográfico fue una herramienta eficiente para estimar la abundancia y densidad de los felinos silvestres. Para conservar al jaguar en la RJN se debe contemplar el manejo integral de sus poblaciones y del hábitat. Los resultados positivos en el registro de felinos en la RJN continúan demostrando la importancia de esta región en la conservación del jaguar y otras especies claves.

**Palabras clave:** *Leopardus pardalis*, *Lynx rufus*, *Puma concolor*, *Panthera onca*.

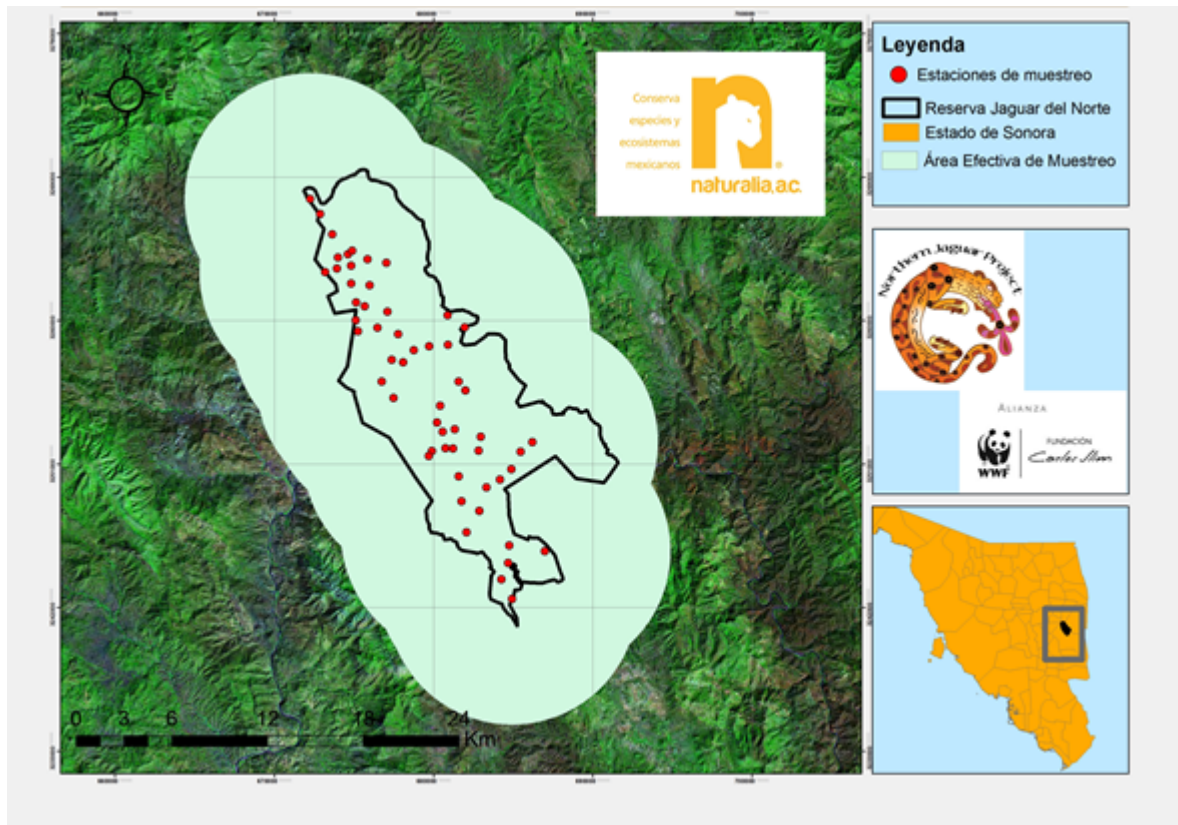
## INTRODUCCIÓN

Actualmente los procesos de deterioro ambiental generados por el incremento de la población humana y sus actividades productivas no sustentables, han provocado reducciones en muchos rangos de distribución de poblaciones de fauna silvestre en el continente americano (Bodmer et al. 2004). Prácticas como la ganadería y la agricultura, que generan cambios en la cobertura forestal y del uso de suelo, se traducen en la fragmentación o pérdida de hábitat y de especies (Jager et al. 2006). Una de las alternativas implementadas en México, como instrumento de conservación biológica es el decreto de áreas naturales protegidas (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell 2009). Sin embargo estas requieren de trabajos de investigación y monitoreo constante para incrementar su funcionalidad y mantener el equilibrio ecológico de los ecosistemas (Simonetti et al. 2002). La Reserva Jaguar del Norte (RJN) es una reserva privada que se creó con la finalidad de proteger la población más norteña de jaguares, así como a las demás especies que habitan en ese territorio. Con el propósito de verificar el estado de la población de jaguares y evaluar el grado de efectividad de la RJN, se realizó el monitoreo con trampas cámara para analizar las fotografías y los datos de campo para comparar los diferentes periodos. Este método fue elegido, debido a que es el más utilizado para estimar abundancia y densidad de jaguares (Chávez et al. 2013; Kelly et al. 2008).

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está localizada en la Reserva Jaguar del Norte (RJN), la cual se encuentra al norte del municipio de Sahuaripa, Sonora. La superficie de la reserva es de 24,000 ha (59,305 ac; Figura 1). Topográficamente es una zona muy accidentada, con altitudes que van de 370-1,600 msnm. El clima predominante es semiárido semicálido, con una temperatura media anual de 18° C (-1°C a 47 °C; CONABIO 2004). La vegetación se compone principalmente de matorral xerófilo, donde las especies dominantes son: *Lysiloma watsonii*, *Prosopis velutina*, *Vachelia campechiana*, entre otras. Selva baja en algunas cañadas, bosque de encino en alturas de más de 1000 msnm, donde predominan las especies

*Quercus arizónica* y *Q. emorii* (CONANP 2016). La fauna silvestres registrada incluye 59 especies de mamíferos como son el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*), el coyote (*Canis latrans*) y la zorra gris



**Figura 1.** Colocación de trampas cámaras y área efectiva de muestreo para jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva del Jaguar del Norte, Sahuaripa, Sonora.

(*Urocyon cinereoargenteus*). En cuanto a las aves se han registrado 214 especies, destacando el águila real (*Aquila chrysaetos*) y águila calva (*Haliaeetus leucocephalus*) y guacamaya verde (*Ara militaris*). En lo que respecta a la herpetofauna existen 85 especies; 17 anfibios y 68 reptiles (CONANP 2016; Flesch et al. 2015; Rorabaugh et al. 2011).

## MÉTODOS

La metodología que se utilizó fue un muestreo de captura-recaptura empleando como herramienta el foto-trampeo para estimar la densidad de jaguares en el área de estudio mediante el modelo de población cerrada (Karanth y Nichols 1998; Silver et al. 2004). Se realizaron en total seis periodos de muestreo en el 2014. Se usaron 59 estaciones de muestreo (Figura 1). Cada estación estuvo separada aproximadamente de 1-3 km. Los polígonos conformados por las estaciones cubrieron el área mínima que abarca el ámbito hogareño de un jaguar según lo sugerido por Chávez et al. (2013). Cada muestreo tuvo una duración variable de entre 59-62 días (Dillon y Kelly 2007; Silver et al. 2004). Se consideró a cada periodo como un evento de muestreo y se asumieron los criterios de población cerrada (Trolle et al. 2007). Las cámaras se colocaron siguiendo la metodología de Karanth y Nichols (1998) y Chávez et al. (2013).

Por medio del registro fotográfico, se identificaron los individuos de jaguar por el patrón único de sus rosetas. Posteriormente, se elaboró un historial de captura para cada individuo registrado (Trolle y Kery 2003). Para obtener el número de jaguares que existen en el área muestreada se utilizó el programa MARK en su módulo CAPTURE (White 2008;

White et al. 1982). Para estimar la densidad poblacional, se dividió el valor de la abundancia estimada por el programa CAPTURE entre el Área Efectiva de Muestreo (AEM). El cálculo del área efectiva de muestreo (AEM) se realizó mediante el método descrito por Karanth y Nichols (1998) y Silver et al. (2004; Figura 1). Con la finalidad de comparar entre los periodos de muestreo y con otras regiones del país, se calcularon índices de abundancia (número de fotos/ número de cámaras \* número de días de muestreo) con base en el criterio de eventos independientes (Conroy 1996).

## RESULTADOS

Se logró registrar 14 especies de mamíferos, que incluyeron a las cuatro especies de felinos presentes en la reserva (jaguar, puma, lince y ocelote), así como a sus presas principales (venado cola blanca, pecarí de collar y liebre antilope). En lo que respecta a los índices de abundancia relativa se alcanzó un esfuerzo de muestreo de 21,170 días-cámara, donde el periodo con mayor días-cámara fue el de julio-agosto con 3,596 mientras que el más bajo fue el de enero-febrero con 3,422. El felino más abundante en los seis periodos fue el gato montés y el de menor abundancia fue el jaguar (Figura 2).

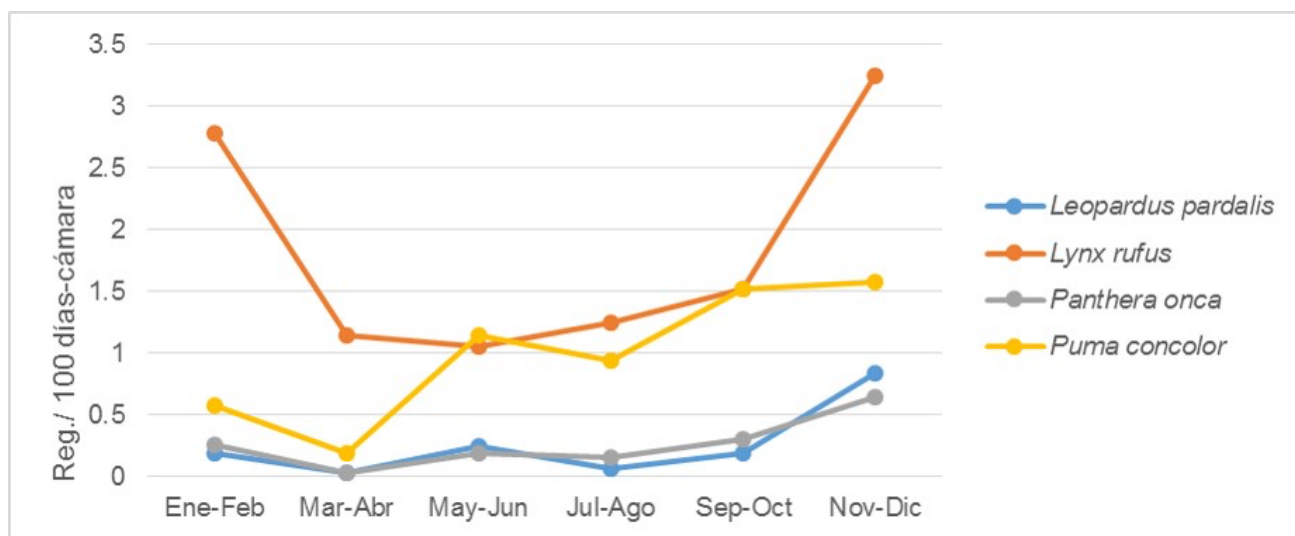
Para la estimación de la densidad de jaguares en los seis periodos (Enero-Diciembre 2014), se identificaron un total de cuatro individuos de los cuales dos eran machos, una hembra y otro no se logró determinar el sexo. En cuanto a los resultados obtenidos del Programa MARK para este año se obtuvo una densidad máxima de 1.03 Ind/100Km<sup>2</sup> (38.6 mi<sup>2</sup>), el modelo que se ajustó a la mayoría de los datos fue el M(o), el cual supone que la probabilidad de captura es la misma para cada animal en cualquier ocasión. El otro modelo que se ajustó en los datos fue el M(h), que incorpora la heterogeneidad individual, es decir, una única probabilidad de captura para cada individuo a consecuencia de la accesibilidad que estos tengan a las trampas por la actividad, la dominancia social o las diferencias en edad o el sexo; La probabilidad de captura ( $\hat{p}$ ) estimada varió de 0.01 a 0.08. El cálculo del área efectiva de muestreo se basó en un área de amortiguamiento de 4.96 Km, que resultó en un AEM de 482 km<sup>2</sup> (185 mi<sup>2</sup>; Tabla 1).

**Tabla 1.** Densidad (Ind/100Km<sup>2</sup>) de jaguares (*Panthera onca*) registrados por medio de trampas cámara en la Reserva Jaguar del Norte durante el período Enero-Diciembre 2014.

## DISCUSIÓN

El método de trampeo-fotográfico es una técnica eficiente para estimar y evaluar la distribución, abundancia y densidad de los felinos silvestres así como de sus presas en la RJN. En lo que respecta a las densidades de jaguar, la estimación máxima fue de 1.03 ind/100 km<sup>2</sup>, la cual es muy similar a la que se calcula en otros estudios para la región donde se tiene 1 ind/100km<sup>2</sup> (Rosas-Rosas 2012; Amador et al. 2015), pero menor a la que se estima en otras reservas del estado como en la reserva Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui (1.4 -2.15 ind/100km<sup>2</sup>, Amador et al. 2017; Gutiérrez et al. 2012), en otras reservas del país como es: Chamela-Cuixmala en Jalisco (2 ind/100km<sup>2</sup>; Nuñez, et al. 2011), Reserva de la Biósfera Montes Azules en Chiapas (3.55 ind/100km<sup>2</sup>; De la Torre y Medellín 2011) y la Reserva de la Biósfera de Calakmul (3-7 ind/100km<sup>2</sup>; Chávez et al. 2013). La densidad del jaguar está relacionada con la abundancia y disponibilidad de presas (Gutiérrez-González et al. 2012; Karanth et al. 2004). En estas regiones las poblaciones de jaguares son bajas debido a que en estas zonas requieren de mayor espacio para satisfacer sus necesidades de refugio y alimentación (Urness 1981). Los valores reportados en este estudio indican que la RJN alberga una densidad de jaguares relativamente baja, pero se cuenta con registros de cachorros lo que da gran relevancia ecológica para la especie y el sitio al ser una población reproductiva y fuente que mantiene sanos los procesos de intercambio y dispersión de individuos. La baja probabilidad de captura del jaguar estimada para este estudio, responde al comportamiento elusivo de la especie (Dillon y Kelly, 2007; Chávez et al. 2013). Sin embargo para la región noroeste de México es similar a lo obtenido en otros estudios (Rosas-Rosas y Bender 2012; Gutiérrez et al. 2012) debido a que habita en ecosistemas desérticos y territorios más amplios donde la disponibilidad esta menos concentrada.

Nuestros resultados nos llevan a recomendar seguir con los monitoreos sistemáticos en esta región de la RJN y otras poblaciones de jaguar colindantes (en Sierra del Bacatete y Sierra de Alamos) para determinar mejor la presencia y distribución de la especie que esta adaptada a condiciones climáticas extremas que aun no comprendemos por completo como influyen en su ecología y distribución.



**Figura 2.** Índice de abundancia relativa de felinos silvestres silvestres en la Reserva Jaguar del Norte durante el periodo Enero - Diciembre 2014.

**Tabla 1.** Densidad (Ind/100Km<sup>2</sup>) de jaguares (*Panthera onca*) registrados por medio de trampas cámara en la Reserva Jaguar del Norte durante el período Enero-Diciembre 2014.

| Periodo             | Enero-Diciembre 2014 |      |                     |                         |
|---------------------|----------------------|------|---------------------|-------------------------|
|                     | Densidad             | E.E. | Modelo de selección | Probabilidad de captura |
| Enero-Febrero       | 0.62                 | 0.08 | M (o)               | 0.05                    |
| Marzo-Abril         | 0.62                 | 0.25 | M (o)               | 0.02                    |
| Mayo-Junio          | 0.41                 | 0.09 | M (o)               | 0.04                    |
| Julio-Agosto        | 0.62                 | 0.30 | M (h)               | 0.01                    |
| Septiembre-October  | 1.03                 | 0.08 | M (o)               | 0.02                    |
| Noviembre-Diciembre | 0.62                 | 0.28 | M (o)               | 0.08                    |

## AGRADECIMIENTOS

A Eraclio Duarte Robles “Lacko”, Braulio Duarte López y Eraclio Duarte López “Laqui” por su valioso apoyo en la obtención de datos en campo. A la Alianza World Wildlife Fund - Fundación Carlos Slim y al Northern Jaguar Project por el apoyo económico brindado. Los autores agradecen especialmente a los Dr. Heliot Zarza Villanueva (División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la UAM-Lerma) y Dr. Octavio Monroy Vilchis (Coordinador del Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas Aplicadas de la UAEMEX) por sus valiosas aportación en la revisión de esta artículo.

## REFERENCIAS

- Amador, S.; Valenzuela, J.; Carreón, G. 2015. Informe Anual Técnico del Monitoreo Biológico de Felinos en la Reserva Jaguar del Norte y Ranchos Aledaños. Inédito. Naturalia A.C.-Northern Jaguar Project. 24 p.
- Amador, S.; Carreón, G.; Valenzuela, J.; [et al.]. 2017. Fortalecimiento para la Conservación del Jaguar en el APFF Sierra de Alamos – Río Cuchujaqui. Reporte final entregado a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 66 p.
- Bezaury-Creel, J.; Gutiérrez-Carbonell, D. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México, en Capital natural de México. vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México. 821 p.
- Bodmer, R.E.; Robinson, J.G. 2004. Evaluating the Sustainability of Hunting in the Neotropics. Pp. 299–323, en: People in Nature: Wildlife Conservation in South and Central America. (SilviusK. M., R. E. Botmer, and J. M. V. Fragoso, eds.). Columbia University Press / Nueva York, EUA.
- Chávez, C.; de la Torre, A.; Bárcenas, H.; [et al.]. 2013. Manual de foto-trampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 108 p.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2004. Climas de México. Escala 1:1 000 000. México.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) 2016. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna “Jaguar del Norte” ubicada en el estado de Sonora, México. 142 p.
- Conroy, M.J. 1996. Abundance indices. Pp. 179-192 en D.E. Wilson, F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran y M. Foster (eds.), Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA. 409 p.
- De la Torre, A.; Medellín, R. 2011. Jaguars *Panthera onca* in the greater Lacandona Ecosystem, Chiapas, Mexico: Population estimates and future prospects. *Oryx* 45(1): 546-553.
- Dillon, A.; Kelly, M. 2007. Ocelot *Leopardus pardalis* in Belize: the impact of trap spacing and distance moved on density estimates. *Oryx* 41(4): 469–477.
- Flesch, A.; Warshall, P.; Jacobs, S. 2015. Avian Richness, Status, and Conservation in the Northwestern Neotropics in Sonora, Mexico. *Natural Areas Journal*, 35(2): 288-296.
- Gutiérrez, C.; Gómez, M.; López, C. 2012. Estimation of the Density of the Near Threatened Jaguar *Panthera onca* in Sonora, México, using camera trapping and an open population model. *Oryx*, 46(3):431-437.
- Jager, H.I.; Carr, E.A.; Efromson, R.A. 2006. Simulated effects of habitat loss and fragmentation on a solitary mustelid predator. *Ecological Modelling* 191(3-4): 416-430.
- Karanth U.K.; Nichols, J.D.; Kumar N.S.; [et al.]. 2004. Tigers and their prey: predicting carnivore densities from prey abundance. *PNAS* 101(14): 4854-4858.
- Karanth, K.U.; Nichols, J.D. 1998. Estimation of Tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79(8): 2852–2862.
- Kelly, M.J.; Noss, A.J.; Di Bitteti, M.S.; [et al.]. 2008. Estimating puma densities from camera trapping across three study sites: Bolivia, Argentina, and Belize. *Journal of Mammalogy* 89(2): 408–418.
- Núñez, R. 2011. Estimating jaguar population density using camera–traps: a comparison with radio–telemetry estimates. *Journal of Zoology* 285(1): 39–45.
- Rorabaugh, J.C.; Gómez-Ramírez, M.A.; Gutiérrez-González, C.E.; Wallace, J.E.; Van Devender, T.R. 2011. Amphibians and reptiles of the Northern Jaguar Reserve and vicinity, Sonora, Mexico: a preliminary evaluation. *Sonoran Herpetologist* 24(12):123-131.
- Rosas–Rosas, O.C.; Bender, L. 2012. Population status of jaguars (*Panthera onca*) and pumas (*Puma concolor*) in northeastern Sonora, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* 28(1): 86–101.
- Silver, S.C.; Ostro, L.E.; March, L.K.; [et al.]. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar (*Panthera onca*) abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* 38(2): 148–154.
- Simonetti, J.; Gerez, A.; Bustamante, R. 2002. El valor de la matriz en la conservación ambiental. *Revista ambiente y desarrollo*. Vol. XVIII (2-3-4): 116-118.
- Trolle, M.; Kéry, M. 2003. Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture–recapture analysis of camera–trapping data. *Journal of Mammalogy* 84(2): 607–614.

- Trolle, M.; Noss, A.J.; Lima, E. D. S. [et al.]. 2007. Camera-trap studies of maned wolf density in the cerrado and the pantanal of Brazil. *Biodiversity and Conservation* 16(4): 1197–1204.
- Urness, P. 1981. Desert and chaparral habitats; food habits and nutrition, pp. 347-287 in: O.C. Wallmo (ed.). *Mule and black-tailed deer of North America*. University of Nebraska Press, Lincoln, Nebraska.
- White, G.C.; Anderson, D.R.; Burnham, K.P.; [et al.]. 1982. *Capture-Recapture and Removal Methods for Sampling Closed Populations*. Los Alamos National Laboratory. Los Alamos, U.S.A. 229 p.
- White, G. C. 2008. *Mark and Recapture Parameter Estimation. Versión 6.0*. Colorado State University. Online. <http://welcome.warnercnr.colostate.edu/~gwhite/mark/mark.htm>. (Julio 19, 2009).