



## ¿ATRAEN LOS PERFUMES A LOS TUCANES?

María Estela Viscarra<sup>1</sup> · Guido Marcos Ayala<sup>1,3</sup> · Robert Benedict Wallace<sup>1,2</sup><sup>1</sup> Wildlife Conservation Society, C/. Gabino Villanueva N° 340 entre 24 y 25 de Calacoto, Casilla: 3-35181 SM, La Paz, Bolivia.<sup>2</sup> Wildlife Conservation Society, 185<sup>th</sup>, Southern Boulevard, New York, NY 10460, USA.<sup>3</sup> Departamento de Biología, CESAM, Universidad de Aveiro, 3810-13 Aveiro, Portugal.

E-mail: María Estela Viscarra · mviscarra@wcs.org

**Resumen** · A partir de 2011 Wildlife Conservation Society implementó en sus muestreos de mamíferos con trampas cámara el uso de dos perfumes comerciales (Chanel Nº 5 y Calvin Klein Obsession for Men) como atrayentes, con el propósito de retener a felinos por más tiempo delante de las cámaras y mejorar la identificación de individuos en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, Bolivia. Esta metodología ha resultado ser muy eficiente, no solo logrando obtener un gran número de fotografías de varias especies de mamíferos, sino también varias especies de aves. Uno de los grupos de aves que no había sido registrado en 10 años de muestreo sin atrayentes (2001–2009), fueron los tucanes, familia Ramphastidae. Aquí reportamos el comportamiento de atracción de tucanes hacia ambos perfumes. En seis años de muestreo (2011–2016) se registraron cuatro especies de tucanes en las trampas cámara: *Pteroglossus azara*, *Pteroglossus beauharnaesii*, *Ramphastos tucanus* y *Ramphastos vitellinus*, obteniendo un total de 550 fotografías y 45 eventos fotográficos independientes. La especie que presentó el mayor número de fotografías fue *R. tucanus* (n = 231), seguido por *R. vitellinus* (n = 219). Los tucanes se registraron a distancias menores de 3 m en 29% de los casos, a distancias menores de 30 cm en 29% de los casos e interactuando directamente con el frasco de perfume en 42% de los casos. Registramos interacciones tucán-perfume hasta 12,5 minutos como máximo y un mínimo de 0,5 minutos. Creemos que estos resultados son aportes importantes para la historia natural de los tucanes y sugieren una alternativa para estudios que requieren captura viva.

**Abstract** · Do perfumes attract toucans?

Since 2011, Wildlife Conservation Society has implemented the use of two commercial perfumes (Chanel Nº 5 and Calvin Klein Obsession for Men) as bait in their camera traps, with the purpose of retaining the wild cats for longer in front of the cameras and improving the identification of individuals in Madidi National Park and Natural Area of Integral Management, Bolivia. This methodology has turned out to be very efficient, yielding not only a large number of photographs of several mammals, but also recording several bird species. One of the groups that had not been registered in 10 years of camera-trap sampling without perfume (2001–2009) were toucans (family Ramphastidae). Here we report observations that suggest that toucans are attracted by both perfumes. During six years of sampling (2011–2016), four species of toucans were detected by the camera-traps: *Pteroglossus azara*, *Pteroglossus beauharnaesii*, *Ramphastos tucanus*, and *Ramphastos vitellinus*, obtaining 550 photographs across 45 independent photographic events. The species with the highest number of photographs was *R. tucanus* (n = 231), followed by *R. vitellinus* (n = 219). Toucans were recorded within 3 m in 29% of cases, within 30 cm 29% of cases and making direct contact with the perfume jar in 42% of cases. Toucan-perfume interactions lasted up to 12.5 min maximum and a minimum of 0.5 min. We believe that these results are important contributions to the natural history of toucans and suggest an alternative for studies that require live capture.

**Key words:** Attraction · Bolivia · Camera traps · Madidi National Park · Olfaction · Perfumes · Toucans

En los últimos años el uso de trampas cámara para el estudio de la vida silvestre ha sido una herramienta muy exitosa. Por lo general es utilizado para registrar especies de mamíferos crípticos, raros o nocturnos, como los jaguares (*Panthera onca*) (Wallace et al. 2003, Silver et al. 2004, O'Connell 2011). Esta metodología de trampas cámara permite determinar: presencia/ausencia, riqueza de especies, densidad, abundancia relativa, abundancia absoluta, comportamiento, patrones de actividad y monitoreo de varias especies de mamíferos y aves (Karanth & Nichols 1998, Wallace et al. 2003, Silver et al. 2004, Ayala & Wallace 2008, O'Connell 2011).

Desde 2001 hasta el presente Wildlife Conservation Society (WCS) empezó a realizar investigaciones científicas con el propósito de evaluar poblaciones de jaguar (*Panthera onca*) y la abundancia de mamíferos medianos y grandes, aplicando la metodología de trampas cámara en varios sitios en Bolivia, incluyendo el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi (PN ANMI Madidi), Reserva de la Biosfera y Territorio Comunitaria de Origen Pilon Lajas, Área Natural de

Receipt 20 July 2018 · First decision 14 January 2019 · Acceptance 8 April 2019 · Online publication 16 April 2019

Communicated by Kaspar Delhey © Neotropical Ornithological Society

Manejo Integrado Nacional Apolobamba, Parque Nacional Kaa Iya del Gran Chaco, Tierra Comunitaria de Origen Tacana, entre otros (Wallace et al. 2003, Maffei et al. 2002, Silver et al. 2004, Ayala & Wallace 2008).

Después de haber realizado pruebas con jaguares en cautiverio ( $n = 28$  individuos) y haber recopilado experiencias exitosas en otros países (Moreira Ramírez et al. 2011, Viscarra et al. 2011), a partir del 2011 se decidió implementar el uso de dos atrayentes (perfumes comerciales: Chanel Nº 5 y Calvin Klein Obsession for Men), en muestreos con trampas cámara, con el propósito de retener a individuos de jaguar por más tiempo delante de las cámaras y generar un mayor número de fotos desde varios ángulos facilitando la identificación individual. Durante los seis años de uso de ambos atrayentes, el número de fotografías de felinos y otros mamíferos ha incrementado en un 60%, comprobando la efectividad de los atrayentes en mamíferos (Ayala & Viscarra 2012). Sin embargo, también se registraron especies de hábitos arborícolas como primates y una variedad de aves pequeñas y medianas. Pertenecientes a este último grupo, se fotografiaron varias especies de la familia Ramphastidae (tucanes), que en diez años de muestreo sin atrayentes (2001–2009), no se habían registrado en las trampas cámara (Ayala & Viscarra 2009). Aquí reportamos el comportamiento de atracción de tucanes hacia ambos perfumes comerciales, sugiriendo que pueden ser utilizados como una herramienta para estudios ecológicos y de historia natural en este grupo de aves.

## MÉTODOS

Se realizaron relevamientos en los ríos Hondo ( $14^{\circ}32'12.83''S$ ,  $67^{\circ}49'47.65''O$ , 313 m s.n.m.;  $14^{\circ}27'58.47''S$ ,  $67^{\circ}58'06.09''O$ , 387 m s.n.m.), Tuichi ( $14^{\circ}33'09.94''S$ ,  $67^{\circ}44'21.52''O$ , 291 m s.n.m.), Madidi ( $13^{\circ}38'07.74''S$ ,  $68^{\circ}44'29.95''O$ , 244 m s.n.m.) y Heath ( $13^{\circ}02'02.86''S$ ,  $68^{\circ}52'53.38''O$ , 213 m s.n.m.), donde se aplicó la metodología de trampas cámara con perfumes como atrayentes. Los sitios de muestreo se encuentran en el Parque Nacional ANMI Madidi, en la provincia Abel Iturralde al norte del departamento de La Paz, Bolivia (Ayala & Viscarra 2013, 2015). Los bosques muestreados son de tierra firme y adyacentes a los ríos, con una alta diversidad de árboles de 30 a 40 m de altura y una gran variedad de especies de palmeras (Araujo-Murakami et al. 2005, De la Quintana 2005, Paniagua-Zambrana 2005, Cabrera & Wallace 2007). El clima de la región es variable, la precipitación media anual varía de 2000 a 3000 mm, y la temperatura media anual es  $26^{\circ}C$  (Fuentes 2005).

Desde 2011 a 2016 se han realizado nueve relevamientos de trampas cámara, estos muestreos ocurrieron de junio hasta principios de noviembre. En cada relevamiento, se colocaron estaciones de trampas cámara, que consistían en un par de cámaras ubicadas frente a frente, separadas a una distancia de 3 a 5,5 metros de distancia, a una altura aproximada de 70 cm del suelo (Ayala & Viscarra 2015). Se colocaron entre 42 a 57 estaciones, distanciadas a 2 km una de la otra, llegando a muestrear áreas efectivas de  $310 \text{ km}^2$  a  $539,36 \text{ km}^2$ . En el centro de cada estación de manera intercalada se colocó un perfume: Calvin Klein Obsession for Men ó Chanel Nº 5, impregnados en algodones dentro de pequeños frascos perforados (altura = 5 cm, diámetro =

3 cm) (Viscarra et al. 2011). Utilizamos cámaras de las marcas Reconyx (modelos HC500, HC550) y Bushnell (modelo HD119477), estas cámaras disponen sensores de movimiento e infrarrojo y son activadas con el movimiento de un animal, proporcionando fotos y videos. Todas las cámaras estuvieron programadas para funcionar las 24 horas del día, con un intervalo mínimo de 1 a 3 minutos entre cada disparo fotográfico. En cada relevamiento las estaciones estuvieron activas entre 25 a 36 días efectivos de muestreo (Ayala & Viscarra 2015, Noss et al. 2013).

Para realizar los análisis de los registros fotográficos se cuantificó la independencia entre fotos utilizando la metodología descrita por O'Brien y colaboradores (2003). Donde se considera un evento fotográfico independiente si: a) las fotografías están separadas por un lapso de 30 minutos una de la otra y b) las fotografías han sido registradas en estaciones de trampas cámara diferentes.

## RESULTADOS

En los nueve relevamientos se colocaron un total de 412 estaciones, generando un esfuerzo de 13256,6 días-trampa. Se obtuvo un total de 550 fotografías y 45 eventos fotográficos independientes, estos registros fotográficos correspondieron a 30 estaciones diferentes (Tabla 1). En los sitios de muestreo están presentes ocho especies de la familia Ramphastidae. Las trampas cámara registraron a cuatro especies de tucanes: Arasari Pico Marfil (*Pteroglossus azara*), Arasari Encrespado (*Pteroglossus beauharnaesii*), Tucán Garganta Blanca (*Ramphastos tucanus*) y Tucán Pico Acanalado (*Ramphastos vitellinus*) (Figura 1). No se identificaron individuos de ninguna de las especies, debido a que no cuentan con marcas individuales evidentes (ej. rosetas o manchas en caso de felinos). La especie que presentó mayor número de registros fotográficos fue *Ramphastos tucanus* ( $n = 231$ ), seguido por *R. vitellinus* ( $n = 219$ ) (Tabla 1).

Agrupamos las interacciones de los tucanes con los perfumes en tres tipos, dependiendo a la distancia en la que se encontraba el tucán con respecto al perfume: a) interacciones a media distancia ( $< 3 \text{ m}$ ), b) interacciones cercanas ( $< 30 \text{ cm}$ ) y c) contacto directo (picoteo, manipulación del frasco con el pico) (Figura 1). Los tucanes se registraron a distancias menores de 3 m en 29% de los casos, a distancias menores de 30 cm en 29% casos e interactuando directamente con el frasco de perfume en 42% de los casos. También realizamos una cuantificación del tiempo de cada interacción, obteniendo, que las interacciones a media distancia presentan un rango de 0,5–1 min (media = 0,5 min, desvío estándar (DE) = 0,1,  $n = 13$ ). Las interacciones cercanas con un rango de 1–7 min (media = 2 min, DE = 1,78,  $n = 13$ ). Las de contacto directo con un rango de 12,5–1,5 min (media = 2,4 min, DE = 1,9,  $n = 19$ ).

Las cuatro especies de tucanes fueron registradas en trampas cámara con ambos perfumes. El perfume que registró más eventos fotográficos y comportamientos de interacción fue Chanel Nº 5 (62%) seguido por Calvin Klein (38%). Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $\chi^2 = 2,68$ , g.l. = 1,  $p = 0,11$ ). En base a las fotografías pudimos registrar los horarios donde se observaron las interacciones de los tucanes con los perfumes, ocurriendo aproximadamente desde las 06:30 a 17:30 horas, y su pico más alto de actividad entre las 10:30 a 13:30 horas.

**Tabla 1.** Sitios de muestreo con trampas cámara con y sin implementación de atrayentes, esfuerzo por relevamiento expresado en trampas-día, número de fotos y eventos fotográficos independientes de las especies de tucanes registrados con trampas cámara en el Parque Nacional ANMI Madidi, El = eventos independientes.

Año	Sitios de muestreo	Esfuerzo Trampas/día	<i>Pteroglossus azara</i>		<i>Pteroglossus beauharnaesii</i>		<i>Ramphastos tucanus</i>		<i>Ramphastos vitellinus</i>	
			N° Fotos	N° El	N° Fotos	N° El	N° Fotos	N° El	N° Fotos	N° El
2001	Tuichi	1512,63								
2002	Tuichi	1104,3								
	Hondo	1011,6								
2003	Quendeque	1107,97								
2004	Alto Madidi	1138,3								
2005	Heath	1812,53								
2006	Undumo-Tequeje	1639,9								
2008	Tuichi	1018,01								
	Hondo	1105,13								
2008	Quiquibey	553,81								
2009	Medio Madidi	491,54								
2011	Alto Madidi	1909,32							10	1
	Alto Heath	1469,58					10	1		
2012	Hondo	1488,87					13	2	116	6
	Tuichi	1315,93			10	1	10	1		
	Tuichi TCO	1433,36					74	5		
2014	Hondo	1810,63			20	2	19	1	50	5
	Tuichi	1823,85	10	1	40	3	35	5	13	2
2015	Alto Madidi	1634,46	10	1	10	1	70	5	10	1
2016	Alto Hondo	370,60							20	1
Total			20	2	80	7	231	20	219	16

**DISCUSION**

Antiguamente se creía que los tucanes al tener una dieta en base a frutos, artrópodos y pequeños vertebrados, presentaban mayor actividad en el dosel y muy rara vez descendían al nivel del suelo (Skutch 1971, Galetti et al. 2000, Graham 2001). Sin embargo, recientes estudios han reportado que los tucanes forrajean al nivel del suelo, buscando insectos, frutos caídos y depredando huevos y pichones de otras especies (Cove et al. 2017, Moroni et al. 2017, Davlantes & Howe 2018). Este trabajo cuenta con un significativo registro de fotografías en varios sitios de muestreo, donde los tucanes descendieron al nivel del suelo a interactuar con los perfumes, comportamiento que nos lleva a concluir que los tucanes son atraídos por los perfumes. Asimismo, el hecho de no tener registros fotográficos de tucanes en las campañas de trampas cámara antes de la implementación de atrayentes, resalta el efecto de los perfumes sobre las cuatro especies de tucanes.

Sin embargo, es posible que haya otros factores asociados que puedan haber influenciado al registro de tucanes en nuestros relevamientos. En primer lugar, comenzamos a utilizar cámaras digitales (en vez de cámaras analógicas) de manera simultánea a la implementación de los perfumes. Las cámaras digitales tienen la particularidad de ser más sensibles en el disparo fotográfico con animales pequeños como roedores, aves e invertebrados, lo que pudo haber favorecido también el registro de tucanes, que son más grandes. Sin

embargo, durante el periodo de muestreo sin uso de perfumes y con cámaras analógicas (2001–2009), también hemos registrado aves medianas (ej. *Hoploxypterus cayanus*) y una variedad de roedores, lo que indica que las cámaras analógicas eran lo suficientemente sensibles como para fotografiar especies más pequeñas que un tucán.

En segundo lugar, es posible que los tucanes hayan sido atraídos por la coloración de los frascos con perfume en vez del olor. Durante los primeros cuatro años de muestreo se utilizaron frascos de color negro y en los últimos dos años frascos blancos y negros de forma intercalada, pero todos los frascos fueron cubiertos por hojarasca, para evitar que los mamíferos hurten el frasco. Por lo tanto, consideramos poco probable esta posibilidad.

Finalmente, la variación en la detección de tucanes por cámaras trampa podría deberse a variación en los sitios de muestreo. Sin embargo, en el periodo del uso de perfumes (2011–2016) se volvieron a muestrear tres sitios (Tuichi, Hondo y Alto Madidi) en diferentes años con el propósito de realizar seguimientos poblacionales de mamíferos. Para ello se aplicó un esfuerzo similar, utilizamos el mismo diseño de cámaras, colocando las estaciones en las mismas coordenadas de años anteriores y muestreando áreas similares, por tanto, las condiciones de muestreo no variaron en gran magnitud. Por estas razones, creemos que las cuatro especies de tucanes realmente se ven atraídas por los perfumes.

Durante muchos años se ha subestimado la importancia del sentido del olfato en la ecología y el comportamiento de



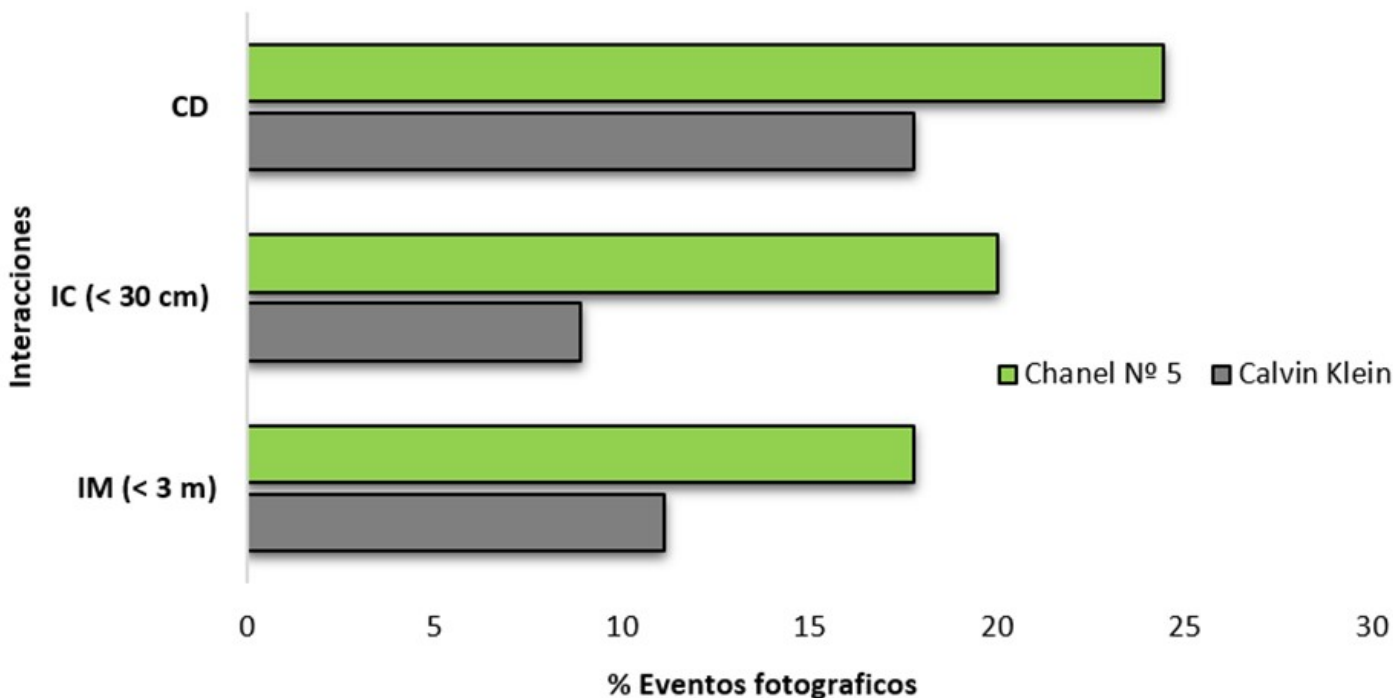
**Figura 1.** Fotografías de interacciones de las cuatro especies de tucanes con los perfumes en el Parque Nacional ANMI Madidi. Las flechas apuntan a los frascos perforados con algodón impregnado con Chanel N° 5 o Calvin Klein Obsession for Men. A) Interacciones a media distancia (< 3 m), Arasari Pico Marfil (*Pteroglossus azara*); B) Interacciones cercanas (< 30 cm), Arasari Encrespado (*Pteroglossus beauharnaesii*); C) Interacciones cercanas (< 30 cm), Tucán Pico Acanalado (*Ramphastos vitellinus*); D) Contacto directo (picoteo, manipulación del frasco con el pico), Tucán Garganta Blanca (*Ramphastos tucanus*).

las aves. Antiguamente se creía que las aves eran anósmicas, destacando más sus habilidades visuales y acústicas que su capacidad olfativa (Roper 1999, Caro et al. 2015, Corfield et al. 2015). Actualmente el interés por el olfato en las aves ha aumentado en gran medida, varios estudios revelan que las aves utilizan el olfato en diversos contextos, como la búsqueda de alimentos, la orientación y la reproducción (Holbrook 2003, Amo et al. 2012, Corfield et al. 2015). En base a los resultados que se obtuvieron en este trabajo, es posible que los tucanes tengan un olfato bastante desarrollado. Es posible que los tucanes en el momento de la búsqueda de frutos maduros, confundan ese olor típico de los frutos con el olor de los perfumes, provocando la atracción. Es probable que el ingrediente que actúa como atrayente sea la civetona, un compuesto sintético derivado del almizcle de un mamífero (la civeta, *Viverra civetta*; Wawrzyniak et al. 2005), pero los tucanes también podrían verse atraídos por la presencia de alcoholes, los cuales podrían indicar frutas fermentadas en la naturaleza. Aún no se tiene información específica de estudios del olfato en la familia Ramphastidae. Esto debería ser estudiado con mayor detalle en laboratorios y realizando experimentos controlados.

Antiguamente para realizar colectas de individuos de la familia Ramphastidae, se utilizaban dardos o balas, debido a

que estas aves presentan mayor actividad en el dosel superior de los árboles. También se han utilizado redes niebla en el dosel para estudios que requieren captura viva (Holbrook 2011). En este trabajo se tiene registrado hasta 12 minutos de interacción tucán-frascos de perfume y visitas repetidas de hasta tres ocasiones de *R. vitellinus* y *R. tucanus* en una misma estación de trampas cámara. En este sentido, creemos que el uso de ambos perfumes, junto con otras herramientas como playback de cantos, puede ser una nueva herramienta para realizar captura viva de tucanes con fines científicos, como estudios de genética, salud animal, anillamiento y radio telemetría.

Por último, queremos destacar la información que puede brindar el uso de trampas cámaras en el estudio de animales silvestres, mejorando la comprensión de las relaciones ecológicas y más recientemente, la dinámica demográfica (O'Connell et al. 2013). En sus inicios esta metodología fue aplicada principalmente al estudio de mamíferos con resultados exitosos. Más recientemente las trampas cámara están siendo utilizadas para el estudio de varias especies de aves, develando información importante sobre su historia natural (Covea et al. 2017, Barceló & Simonetti 2017, Davlantes & Howe 2018). En este estudio confirmamos los beneficios del uso de trampas cámara en estudios de aves, generando nue-



**Figura 2.** Porcentaje de eventos fotográficos en los tres tipos de interacción de los tucanes hacia los perfumes Chanel N°5 y Calvin Klein en estaciones de trampas cámara ubicadas en Parque Nacional ANMI Madidi, Bolivia. CD = contacto directo (picoteo, manipulación del frasco con el pico). IC = Interacciones cercanas (< 30 cm). IM = Interacciones a media distancia (< 3 m).

vas preguntas que deben ser estudiados con mayor detalle en el futuro.

**AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Víctor Hugo García de ARMONIA-Bolivia por su ayuda en la identificación de especies y comentarios sobre el manuscrito. Un sincero agradecimiento a los revisores K. Delhey, K. Cockle y H. Greeney, que con sus comentarios y sugerencias han permitido mejorar significativamente el manuscrito. A los guías locales por todo el apoyo durante el trabajo de campo. Agradecemos a Liz Clairborne Art Ortenberg Foundation, John and Sally Green Foundation, Gordon and Betty Moore Foundation, por su constante apoyo financiero. Igualmente, a las empresas Chanel y Calvin Klein por las donaciones de frascos de perfumes para realizar los relevamientos en campo.

**REFERENCIAS**

Amo L, JM Aviles, D Parejo, A Pena, J Rodríguez & G Tomas (2012) Sex recognition by odour and variation in the uropygial gland secretion in starlings. *Journal of Animal Ecology* 81: 605–613.

Araujo-Murakami, A, F Bascopé, V Cardona-Peña, De la Quintana, A Fuentes, P Jorgensen, C Maldonado, T Miranda, N. Paniagua & R Seidel (2005) Composición florística y estructura del bosque amazónico pre-andino en el sector del Arroyo Negro, Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 40: 281–303.

Ayala, G & M Viscarra (2015) *Densidad de jaguar y la abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en Alto Madidi, Parque Nacional ANMI Madidi, La Paz, Bolivia, 2015*. Wildlife Conservation Society, La Paz, Bolivia.

Ayala, G & ME Viscarra (2009) *Estimando la densidad de jaguar y la abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en el Parque Nacional ANMI Madidi y la Reserva Pilon Lajas*. Wildlife Conservation Society. La Paz, Bolivia.

Ayala, G, & R Wallace (2008). *El jaguar en el Parque Nacional Madidi*. Wildlife Conservation Society, La Paz, Bolivia.

Ayala, G, ME Viscarra & L Acosta (2013) *Densidad de jaguar y la abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en los ríos Tuichi y Hondo del Parque Nacional ANMI Madidi, 2012*. Wildlife Conservation Society. La Paz, Bolivia.

Barceló, M & JA Simonetti (2017) Observaciones sobre un nido de Hued-hued castaño (*Pteroptochos castaneus*, Rhinocryptidae): comportamiento parental e intentos de depredación. *Ornitología Neotropical* 28: 113–117.

Cabrera, WH & RB Wallace (2007) Densidad, composición y patrón de distribución espacial de palmeras arborescentes en un bosque amazónico de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 42: 121–135.

Caro, SP, J Balthazart & F Bonadonna (2015). The perfume of reproduction in birds: chemosignaling in avian social life. *Hormones and Behavior* 68: 25–42.

Corfield, JR, K Price, AN Iwaniuk, C Gutierrez-Ibañez, T Birkhead & DR Wylie (2015) Diversity in olfactory bulb size in birds reflects allometry, ecology, and phylogeny. *Frontiers in Neuroanatomy* 9: 102.

Cove, MV, CM Fernández, MV Álvarez, S Bird, DW Jones & ME Fagan (2017) Toucans descend to the forest floor to consume the eggs of ground-nesting birds. *Food Webs* 10: 2–4.

Davlanges, J & HF Howe (2018) Keel-billed Toucans (*Ramphastos sulfuratus*) on the ground in a tropical forest restoration experiment. *The Wilson Journal of Ornithology* 130: 770–773.

De la Quintana, D (2005) Diversidad florística y estructura de una parcela permanente en un bosque amazónico pre-andino del sector del Río Hondo, Área Natural de Manejo Integrado Madidi (La Paz, Bolivia). *Ecología en Bolivia* 40: 418–442.

Fuentes, A (2005) Una introducción a la vegetación de la región de Madidi. *Ecología en Bolivia* 40: 1–31.

Galetti, M, R Laps & MA Pizo (2000) Frugivory by toucans (Ramphastidae) at two altitudes in the Atlantic Forest of Brazil. *Biotropica* 32: 842–850.

Graham, CH (2001) Factors influencing movement patterns of Keel-billed Toucans in fragmented tropical landscape in southern Mexico. *Conservation Biology* 15: 1789–1798.

- Holbrook, KM (2003) *Seed dispersal by toucans in Amazonia Ecuador*. Univ. of Missouri, St. Louis, Missouri, USA.
- Holbrook, KM (2011) Home range and movement patterns of toucans: implications for seed dispersal. *Biotropica* 43: 357–364.
- Karanth, KU & JD Nichols (1998) Estimation of tiger densities in India using photographic capture and recaptures. *Ecology* 79: 2852–2862.
- Maffei, L, E Cuellar & A Noss (2002) Uso de trampas cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco- Chiquitanía. *Revista Ecología y Conservación Ambiental* 11: 55–65.
- Moreira-Ramírez, JF, R García, R McNab, G Ruano, G Ponce-Santizo, M Mérida, K Tut, P Díaz, E Moroni, E, AF Batisteli & R Guillermo-Ferreira (2017) Toco Toucan (*Ramphastos toco*) predation on Buff-necked Ibis (*Theristicus caudatus*) eggs and nestlings. *Ornitología Neotropical* 28: 291–294.
- Noss, A, J Polisar, L Maffei, R García & S Silver (2013) *Evaluando la densidad de jaguares con trampas cámara*. Jaguar Conservation Program, Wildlife Conservation Society, New York, New York, USA.
- O’ Brien, T, MF Kinnaird & HT Wibisono (2003) Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* 6: 131–139.
- O’Connell, AF, JD Nichols & KU Karanth (2011) Camera traps in animal ecology: methods and analyses. 1st ed. Springer, New York, New York, USA.
- Paniagua-Zambrana, N (2005) Diversidad, densidad, distribución y uso de las palmas en la región del Madidi, noreste del departamento de La Paz (Bolivia). *Ecología en Bolivia* 40: 265–280.
- Roper, TJ (1999) Olfaction in birds. *Advances in the Study of Behavior* 28: 247–332.
- Silver, SC, LET Ostro, LK Marsh, L Maffei, AJ Noss, MJ Kelly, RB Wallace, H Gómez & G Ayala (2004) The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture-recapture analysis. *Oryx* 38: 148–154.
- Skutch, AF (1971) Life history of the Keel-billed Toucan. *The Auk* 88: 381–396.
- Viscarra, ME, G Ayala, RB Wallace & R Nallar (2011) The use of commercial perfumes for studying jaguars. *Cat News* 54: 30–31.
- Wallace, R, H Gómez, G Ayala & F Espinoza (2003) Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 10: 133–139.
- Wawrzyniak, P, A. Michrowska & K Grela (2005) Synthesis of musk macrocyclic compounds. Institute of Organic Chemistry, Polish Academy of Sciences, Warszawa, Poland.