



LA CONDICIÓN CORPORAL DE CHURRINCHES (*PYROCEPHALUS RUBINUS*) EN REPRODUCCIÓN VARÍA ENTRE ÁREAS CON Y SIN GANADERÍA VACUNA EN EL CENTRO DE ARGENTINA

María Emilia Rebollo^{1,2*}, José Hernán Sarasola^{2,3}, Alex E. Jahn⁴, Joaquín Cereghetti⁵

¹ Colaboratorio de Biodiversidad, Ecología y Conservación (ColBEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Pabellón Sur–Campo de enseñanza, Ruta 35, km 334, Santa Rosa, 6300, Argentina.

² Instituto de las Ciencias de la Tierra y Ambientales de La Pampa (INCITAP), CONICET–Universidad Nacional de La Pampa, Mendoza 109, Santa Rosa, 6300, Argentina.

³ Centro para el Estudio y Conservación de las Aves Rapaces en Argentina (CECARA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Avda. Uruguay 151, Santa Rosa, 6300, Argentina.

⁴ Environmental Resilience Institute, Indiana University, 717 E 8th Street Bloomington, Indiana 47408, USA.

⁵ Las Jarillas 83, Santa Rosa, 6300, Argentina

E-mail: María Emilia Rebollo · emirebo_03@yahoo.com.ar

Resumen · La condición corporal de las aves puede estar influenciada por aspectos intrínsecos (ej., sexo, edad, comportamiento migratorio y reproductivo) y extrínsecos, como la presencia de actividades antrópicas (ej., ganadería). En este trabajo se describe la biometría y la condición corporal del churrinche, según el sexo y la edad, y se establecen los factores que las condicionan durante la época reproductiva en la provincia fitogeográfica del Espinal del centro de Argentina. El área de estudio comprendió la Reserva Provincial Parque Luro y dos estancias privadas ganaderas aledañas. Se capturaron y anillaron churrinches empleando redes de niebla entre octubre y febrero, desde 2015 a 2019. Se calcularon índices de masa escalada, el cual relaciona la masa corporal con medidas biométricas (largos de culmen, tarso y cola y cuerda de ala) para escoger el mejor predictor de la condición corporal. Como variables explicativas se emplearon en un modelo el estado reproductivo de las hembras; en otro, el estado reproductivo de los machos y en otro la fecha, el año de la temporada y el sitio, contemplando todos los individuos. Se anillaron 93 churrinches que no difirieron según su edad en sus medidas biométricas, ni características de condición corporal, ni condición reproductiva. Sin embargo, las hembras presentaron mayor masa y niveles de grasa y tenían el ala más corta que los machos. La condición corporal del churrinche solo fue explicada por el sitio reproductivo, siendo menor en una de las estancias con ganadería, con respecto a la otra estancia y a la reserva. Se resalta la importancia de las áreas protegidas naturales para mantener a las poblaciones de aves y la necesidad de estudios futuros que establezcan los mecanismos que modulan la condición corporal de las aves migratorias australes del neotrópico para promover su conservación.

Abstract · Body condition of breeding Vermillion Flycatchers (*Pyrocephalus rubinus*) varies between areas with and without cattle ranching in central Argentina

The body condition of birds may be influenced by intrinsic (e.g., sex, age, migratory and breeding status) and extrinsic factors, such as anthropic activities (e.g., livestock raising). We described the biometry and body condition of Vermillion Flycatchers (VEFL) according to sex and age, and evaluated which factors best predict their body condition during the breeding season in the phytogeographic province of Espinal in central Argentina. The study area included Parque Luro Provincial Reserve and two nearby private ranches with livestock. We captured and banded VEFL using mist nets between October and February, from 2015 to 2019. We calculated scaled mass indices, which relates body mass to biometric measures (culmen, tarsus and tail lengths, and wing chord) to choose the best indicator of body condition. As explanatory variables, we used the breeding condition of females in one model, breeding condition of males in another model, and in a final model we used date, year, and site, and included all individuals. We banded 93 VEFL that did not vary according to age-dependent body size or reproductive condition. Nevertheless, females weighed more, had higher fat levels, and shorter wings than males. Body condition was only explained by breeding site, being smaller in one ranch than at the other ranch and the reserve. We highlight the importance of protected nature reserves to maintain bird populations and the need for further research to establish the mechanisms that modulate the body condition of Neotropical austral migrant birds to promote their conservation.

Key words: Body mass index · Espinal · Fat · Neotropical austral migration · Tyrannidae

INTRODUCCIÓN

La condición corporal, que representa el estado fisiológico de un individuo, es una característica fundamental que influye en distintos aspectos de la historia de vida de un ave (Brown 1996, Carey 1996). Operacionalmente, la condición corporal se ve

Receipt 07 December 2019 · First decision 27 August 2020 · Acceptance 03 May 2019 · Online publication 30 September 2021

Communicated by Angelina Ruiz-Sánchez & Carlos Bosque © Neotropical Ornithological Society

reflejada en algún aspecto morfológico o fisiológico, como puede ser la masa corporal (o la misma ajustada a alguna medida de tamaño estructural), la cantidad de grasa acumulada, el nivel de desarrollo muscular pectoral o parámetros sanguíneos u hormonales (Brown 1996, Carey 1996, Peig & Green 2009, 2010, Labocha & Hayes 2012). Diferentes factores pueden influenciar la condición corporal de un ave, incluidos su edad, sexo y estado fenológico y de salud. Una mejor condición corporal, relacionada a un mejor estado nutricional y de salud, favorece a un mejor desempeño en la muda, alimentación, reproducción y, en definitiva, también a una mayor supervivencia (Carey 1996, Gunderson et al. 2009, Machado-Filho et al. 2010, Milenkaya et al. 2013, Milenkaya et al. 2015, van Dijk et al. 2016, Pérez-Arteaga et al. 2019).

Dentro de un mismo estado fenológico, la edad y el sexo de un ave pueden influenciar particularmente su condición corporal, ya que los diferentes procesos fenológicos pueden ser llevados a cabo diferencialmente entre individuos pertenecientes a estos grupos distintivos (Rosińska 2007, Milenkaya et al. 2015, Pereira & Marini 2015). En el caso particular de los paseriformes, los individuos dentro de su primer ciclo de vida desarrollan un proceso de muda, denominada muda preformativa, que no presentan el resto de los ciclos anuales subsiguientes, la cual demanda comparativamente un gasto energético adicional (Pyle et al. 2015, Johnson & Wolfe 2018). Además, dentro de su primer ciclo de vida, los individuos presentan su primer plumaje básico (denominado plumaje juvenil) y el formativo, ambos de menor calidad respecto a los siguientes plumajes básicos o alternos, en caso de que posean estos últimos. Esto conlleva a un mayor desgaste a lo largo del tiempo de los individuos más jóvenes, traducido en un mayor gasto energético para realizar las mismas actividades con respecto a individuos de plumajes de mejor calidad, lo que lleva a una menor condición corporal (Pyle et al. 2015, Johnson & Wolfe 2018).

A su vez, los paseriformes migrantes de larga distancia presentan en su mayoría una variación entre individuos en su fenología migratoria, relacionada con los tiempos de partida y arribo dentro de una misma especie, según su edad y sexo. En general, suelen partir y llegar antes los machos mayores, luego las hembras mayores, seguidos por los individuos de menor edad, hasta que van llegando a sus últimos años de edad, donde ambos sexos comienzan su período de senescencia y empiezan a migrar más tarde (Ellegren 1993, Woodrey & Chandler 1997, Møller & De Lope 1999, Stewart et al. 2002). Lo mismo se puede reflejar en relación a la reproducción, ya que algunos paseriformes no se reproducen durante el primer año de su ciclo de vida o se reproducen de manera menos eficiente en relación con los individuos mayores (Martin 1995, Møller & De Lope 1999). Sumado a esto, la inversión y cuidado parental para la reproducción puede ser diferencial entre sexos, dependiendo de las estrategias reproductivas de cada especie (Lack 1968, Cody 1971, Stewart et al. 2002, Milenkaya et al. 2015). Además, al arribar de la migración, en sus sitios de invernada o reproducción, las aves migratorias presentan menor condición corporal (por ejemplo, menor acumulación de grasa o índice de condición corporal y mayor desarrollo de la musculatura), mientras que al partir presentan una mayor condición (Newton 2007, Andersson et al. 2018). En resumen, los diferentes procesos fenológicos conllevan diferentes gastos energéticos a lo largo

del ciclo de vida anual, como pueden ser la muda, la migración o la reproducción, los cuales adicionalmente pueden ser desarrollados de distinta manera según su edad, sexo u otras características propias de cada individuo.

Ante el escenario actual de cambio global (Vitousek et al. 1997, Foley 2005), las aves migrantes presentan mayor vulnerabilidad, fundamentalmente respecto a los factores antrópicos crecientes (Wilcove & Wikelski 2008, BirdLife International 2014, Zurell et al. 2018). Particularmente, la ganadería es una actividad antrópica que puede impactar negativamente los hábitats nativos (Vitousek et al. 1997, Foley 2005, Robinson et al. 2011, Phelps & Kaplan 2017) e incidir negativamente sobre la reproducción de las aves y su abundancia (Dennis 2003, Evans et al. 2006, Beja et al. 2013, Evans et al. 2015, Rebollo et al. 2020). Dado que la calidad del hábitat puede afectar la condición corporal de las parejas reproductoras y la de los descendientes (Moreno 1989, Winkler & Allen 1995, Thomson et al. 2010, Bell et al. 2014, Milenkaya et al. 2015), la ganadería podría también afectar negativamente la condición corporal de dichos individuos. No están claros todos los mecanismos por los cuales afecta la ecología de las aves (Evans et al. 2005, Prior et al. 2011), pero esta actividad puede modificar la disponibilidad de alimento para especies de aves insectívoras (Dennis 2003, Wallis De Vries et al. 2007, McMahon et al. 2010) o aumentar la incidencia del parasitismo de cría en aves (Gowaty 1994, Goguen & Mathews 2001, Schmiegelow & Monkkonen 2002, Patten et al. 2006). El parasitismo de cría supone un mayor costo energético por parte de las parejas reproductoras hospedadoras y puede influir en la condición corporal de sus crías (Ortega 1998, Smith et al. 2000, Mark & Rubenstein 2013, Soler 2017). Ambientes de menor calidad y con menor disponibilidad de artrópodos que constituyen la dieta de los organismos pueden disminuir la condición corporal en aves insectívoras, ya que necesitarán ingerir presas de menor calidad nutricional o gastar más energía en conseguir las que habitualmente consumen (Kitaysky et al. 1999, Brown & Sherry 2006, Sánchez-Guzmán et al. 2018). Por estos motivos, comprender los diferentes aspectos que afectan la condición corporal de las aves, incluidas las actividades humanas crecientes a nivel global (Vitousek et al. 1997, Foley 2005), es de utilidad para conocer las limitantes ecológicas de las especies y, en última instancia, establecer medidas de sustentabilidad y conservación en relación con el conocimiento generado (Martin & Finch 1995, Ambrosini et al. 2012).

El churrinche (*Pyrocephalus rubinus*, Tyrannidae) es un ave de amplia distribución, se encuentra desde Estados Unidos hasta Argentina y habita una gran variedad de ambientes que incluyen bosques, sabanas y zonas urbanas y ribereñas (Fitzpatrick 2004, Ellison et al. 2009). Presenta tanto poblaciones residentes como migratorias y en Argentina se comporta como migrante austral del neotrópico (un grupo de especies sudamericanas que trascurren su etapa reproductiva en áreas templadas y su etapa no reproductiva en latitudes más cerca al Ecuador) (Chesser 1994, Fitzpatrick 2004, Ellison et al. 2009). El churrinche se reproduce en la región Espinal del centro de Argentina, selecciona sitios con mayor cobertura arbórea y presenta menor supervivencia del nido en áreas ganaderas (Rebollo et al. 2020). El Espinal constituye una de las provincias fitogeográficas que ha sufrido un mayor grado de transformación (37% de su superficie original), fundamentalmente debido al avance de la frontera

agro-

tem-

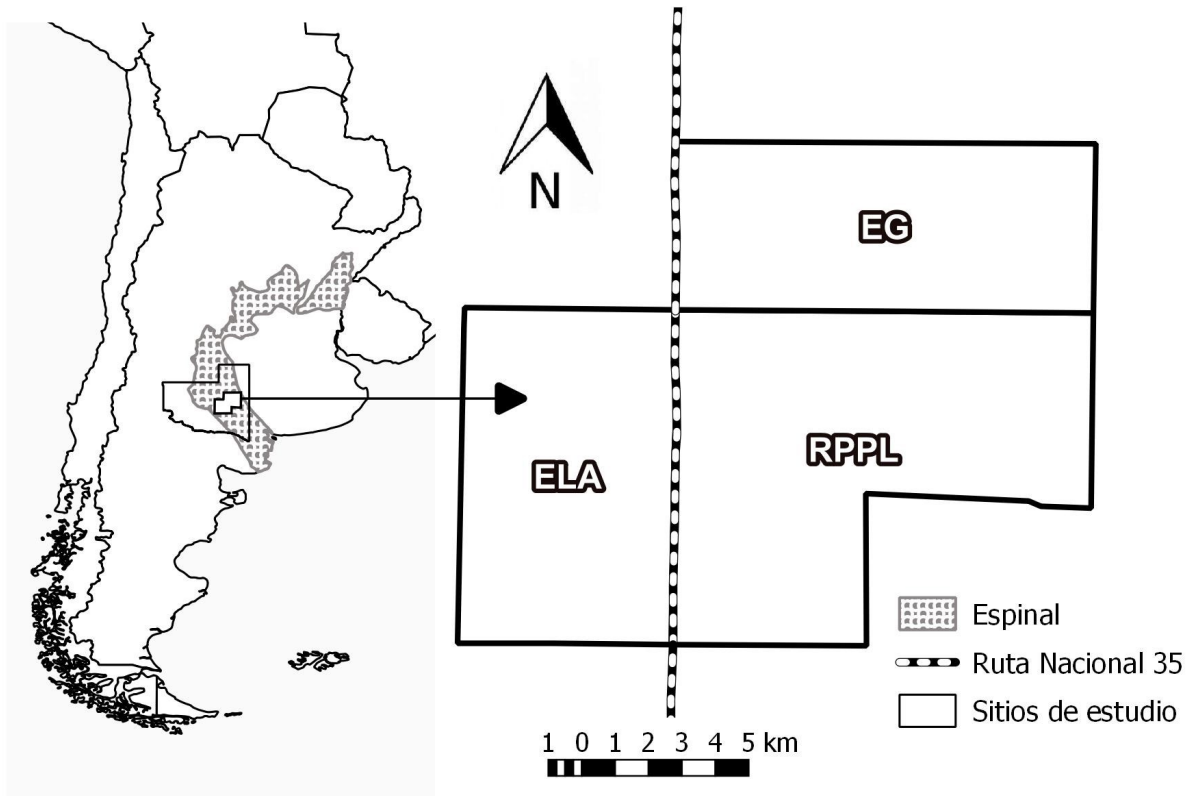


Figura 1. Sitios de estudio correspondientes a las estancias “Los Álamos” (ELA) y “Giuliani” (EG), ambas con actividad ganadera, y la Reserva Provincial Parque Luro (RPPL), en la provincia fitogeográfica del Espinal, provincia de La Pampa, Argentina.

agropecuaria y la deforestación (Morris & Ubici 1996, Fernández & Busso 1999, Lerner 2004, Brown et al. 2006, Distel 2016). Para el churrinche se han reportado datos de su biometría, como la masa y medidas corporales, aunque los trabajos fueron realizados en otras áreas de su distribución, e incluso en ocasiones corresponden a otras subespecies diferentes a las que se encuentran en el Espinal (Fitzpatrick 2004, Ellison et al. 2009, Alderete & Capllonch 2010). Además de la muda básica que presentan todas las aves, el churrinche presenta una estrategia de muda compleja, es decir, con presencia de una muda formativa en el primer ciclo de vida del ave y probablemente una muda alterna en cada ciclo de vida, pero esta última necesita confirmación (Pyle 1997, 1998; Ellison et al. 2009). Sumado al gran desconocimiento general sobre su ecología (Martin 1996, Cueto et al. 2008, Cueto & Jahn 2008, Faaborg et al. 2010, Jahn et al. 2020), se desconoce particularmente si es que sus medidas biométricas y su condición corporal se relacionan entre sí, así como también si su condición corporal varía a lo largo de la temporada reproductiva y entre ambientes con presencia o no de ganadería actual como actividad antrópica predominante en el área de estudio.

El objetivo de este estudio es describir la biometría y evaluar la condición corporal del churrinche a medida que avanza la época reproductiva en el centro de Argentina y, al mismo tiempo, establecer los factores que las condicionan. Para ello, se pusieron a prueba dos hipótesis, que la condición corporal del churrinche varía: 1) de acuerdo al momento de la estación reproductiva y 2) que varía de acuerdo a la presencia de ganadería en el sitio reproductivo. Para probar estas hipótesis, se plantearon las siguientes predicciones: 1) el índice de condición corporal será menor al principio de la temporada reproductiva con respecto al final de la misma

porada, pero no variará entre temporadas reproductivas y 2) el índice de condición corporal durante la temporada reproductiva será menor para individuos ubicados en sitios que presenten actividad ganadera, en comparación a sitios sin ganadería.

MÉTODOS

Área de estudio. Se encuentra dentro de la provincia fitogeográfica del Espinal, en el distrito del Caldén, perteneciente al Dominio Chaqueño de la región neotropical (Cabrera & Willink 1973, Oyarzabal et al. 2018). El clima es templado y semiárido y el ambiente es típicamente un caldenal abierto, un bosque caducifolio de calden (*Prosopis caldenia*) de tipo sabana, casi monoespecífico en su estrato arbóreo, con un estrato herbáceo compuesto de gramíneas y un escaso a ausente estrato arbustivo. También, se registran zonas de caldenal cerrado con mayor presencia de vegetación arbustiva. Otras especies de árboles presentes en el área, pero mucho menos abundantes, son el chañar (*Geoffroea decorticans*), la sombra de toro (*Jodina rhombifolia*) y el algarrobo (*Prosopis flexuosa*). En el estrato más bajo predominan gramíneas como *Nassella* spp., *Jarava* spp. y *Piptochaetium* spp., mientras que cuando el estrato medio está presente predominan el piquillín (*Condalia microphylla*), el molle (*Schinus fasciculatus*) y los arbustos del género *Lycium* spp. (Cabrera & Willink 1973, Sarasola et al. 2005, Duval et al. 2012, Oyarzabal et al. 2018).

El muestreo se realizó en tres sitios de estudio ubicados sobre la Ruta Nacional 35 (Figura 1), la Reserva Provincial Parque Luro” (RPPL) y dos estancias privadas: Los Álamos (ELA) y Giuliani (EG). La RPPL (36°56'00”S y 64°14'00” O) está localizada 35 km al sur de la ciudad capital de la provincia de

Tabla 1. Variables empleadas en diferentes modelos utilizados para evaluar la biometría y condición corporal de churrinches reproductivos en el centro de Argentina.

Variable respuesta	Variables explicativas
Masa	Sexo : Edad
Culmen	Sexo : Edad
Tarso	Sexo : Edad
Ala	Sexo : Edad
Cola	Sexo : Edad
Grasa	Sexo : Edad
Parche de incubación (hembras)	Edad
Protuberancia cloacal (machos)	Edad
ICCCulmen	Parche de incubación (hembras)
ICCCulmen	Protuberancia cloacal (machos)
ICCCulmen	Fecha + Año de la temporada reproductiva + Sitio

La Pampa, Santa Rosa, y representa la única área protegida del bosque xerófilo de caldén. Comprende 76,07 km² (Sarasola et al. 2005) y está categorizada como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA, Maceda 2005). Las actividades agro-ganaderas y la caza están prohibidas en la reserva actualmente, a pesar de que la ganadería estuvo presente desde 1820 hasta 1967 (González-Roglich et al. 2012). La ELA comprende 50,80 km² y lindera por su lado este con la RPPL, mientras que la EG comprende 49,57 km² y lindera por su lado sur con la RPPL. En ambas estancias se practica principalmente ganadería vacuna de cría y mínimamente actividades agrícolas.

Anillamiento. Se capturaron churrinches durante todas las temporadas reproductivas estudiadas, de octubre a febrero desde 2015 – 2016 a 2018 – 2019, usando redes de neblina de poliéster de 3 x 12 m o 3 x 18 m, con ojo de malla de 32 mm (NABC 2003). Las redes fueron instaladas entre 5 y 50 m de distancia de los nidos monitoreados en el marco de otro estudio. Para atraer a los individuos, en algunas ocasiones se utilizaron grabaciones de cantos de la especie en estudio y, en otras, la presencia de un carancho (*Caracara plancus*) vivo amarrado a una percha de 20 cm de altura, por no más de una hora, siguiendo los procedimientos de Jahn et al. (2016). Las capturas se realizaron entre las 04:30 h y 14:00 h y entre las 17:00 h y 21:00 h, mientras que las redes fueron revisadas cada 15 a 40 minutos (más frecuentemente ante condiciones de mayores temperaturas, velocidad del viento o llovizna). Los intentos de captura duraron hasta el momento de captura de por lo menos el macho o la hembra del nido y sin superar cinco intentos de captura en jornadas de campo consecutivas.

Todos los individuos fueron marcados con anillos de metal con una dirección de remito del Centro Nacional de Anillado de Aves del Instituto Miguel Lillo (Tucumán) y con tres anillos de plástico de color (NABC 2003), usando combinaciones de colores únicos para cada individuo. El sexo se determinó a través del plumaje, dado que la especie presenta un marcado dimorfismo sexual (Fitzpatrick 2004, Ellison et al. 2009, de la Peña 2016). Las hembras tanto inmaduras como adultas presentan el dorso de color gris a pardo, con un vientre estriado en colores blanco a gris y pardo, y la región cloacal de amarilla a anaranjada o salmón, mientras que los machos inmaduros y adultos presentan una coloración carmesí llamativa y característica, con las alas y un antifaz de color pardo (Pyle 1997, 1998, Fitzpatrick 2004, Ellison et al. 2009, de la Peña 2016). Los inmaduros se diferencian de los adultos en que presentan las plumas cobertoras primarias retenidas juveniles y algunas plumas primarias y secundarias tam-

bién retenidas, típicas de su plumaje formativo. Por su parte, el plumaje definitivo de los adultos no presenta plumas retenidas de plumajes anteriores, por lo que es probable que presenten un plumaje alterno muy similar al definitivo (Pyle 1997, 1998, Ellison et al. 2009).

La edad fue clasificada teniendo en cuenta el sistema de fechado basado en el ciclo, a través de las secuencias de muda y plumajes de cada individuo a lo largo de su vida (Pyle et al. 2015, Johnson & Wolfe 2018). Contemplando que todavía no está determinada con exactitud la presencia de una muda alterna (Pyle 1997, 1998; Ellison et al. 2009), siguiendo una nomenclatura similar a Botero-Delgadillo (2010), los individuos medidos fueron categorizados como: inmaduros (individuos del primer ciclo de vida que no poseen plumaje juvenil o individuos que están empezando su segundo ciclo de vida, pero que solo han realizado un ciclo migratorio), adultos (individuos del segundo ciclo de vida o de ciclos posteriores, pero que han realizado al menos dos ciclos migratorios) o después de juveniles (pueden ser inmaduros o adultos).

Todos los individuos capturados fueron pesados con una balanza digital Ohaus HH120D (0,10 g) y se midió el largo del culmen, desde la narina hasta la punta del pico, el largo del tarso, la cuerda del ala con su curvatura normal (no aplastada) y el largo de la cola usando métodos descritos en Ralph et al. (1993). Se les categorizó su acumulación de grasa para describir su reserva energética siguiendo las recomendaciones de Ralph et al. (1993) y utilizando ocho categorías (de 0 a 7). Para describir su estado reproductivo, siguiendo las recomendaciones de Ralph et al. (1993), se les describió el desarrollo del parche de incubación a las hembras utilizando cinco categorías (de 0 a 4) y de la protuberancia cloacal a los machos utilizando cuatro categorías (de 0 a 3).

Análisis de datos. Para comparar por sexo y edad, las medidas biométricas se modelaron a través de modelos lineales (MLs), y la acumulación de grasa, el parche de incubación y la protuberancia cloacal a través de modelos lineales generalizados (MLGs; Chambers 1992, Everitt & Hothorn 2010, Crawley 2015; Tabla 1). Para todos los MLGs se empleó función de enlace logarítmica. Para la grasa se empleó distribución cuasi-poisson para corregir la subdispersión (parámetro de dispersión = 0,52), y para tanto el parche de incubación como la protuberancia cloacal distribución poisson, ya que los parámetros de dispersión fueron cercanos a 1 (1,09 y 1, respectivamente; Everitt & Hothorn 2010, Crawley 2015).

Se calculó el índice de condición corporal (ICC) para cada individuo capturado por medio de la obtención del índice de masa escalada (SMI por sus siglas en inglés: Scaled Mass In-

Tabla 2. Resumen de la masa (g) y medidas biométricas (mm) de 93 churrinches provenientes del centro de Argentina, según el sexo y la edad, durante cuatro temporadas reproductivas. Los individuos fueron 35 hembras: 22 inmaduras, 5 adultas y 8 después de juveniles; y 58 machos: 32 inmaduros, 10 adultos y 16 después de juveniles. Los valores corresponden a media ± DE; rango.

	Inmaduro	Adulto	Después de Juvenil	Total
Masa	13,21 ± 0,81; 12,1 – 15,7	13,33 ± 0,92; 12,2 – 15,9	13,24 ± 0,95; 13,2 – 15,33	13,23 ± 0,86; 11,32 – 15,9
Hembra	13,62 ± 0,97; 12,2 – 15,7	13,92 ± 1,34; 12,7 – 15,9	14,03 ± 0,83; 12,7 – 15,9	13,75 ± 0,99; 12,2 – 15,9
Macho	12,92 ± 0,53; 12,1 – 14	13,04 ± 0,48; 12,2 – 13,5	12,84 ± 0,75; 11,32 – 13,76	12,92 ± 0,59; 11,32 – 14
Culmen	9,13 ± 0,45; 8 – 9,9	9,37 ± 0,36; 8,8 – 9,8	9,89 ± 0,84; 8,6 – 11,5	9,36 ± 0,65; 8 – 11,5
Hembra	9,06 ± 0,54; 8 – 9,9	9,3 ± 0,35; 8,8 – 9,7	9,75 ± 0,87; 8,9 – 11,5	9,25 ± 0,66; 8 – 11,5
Macho	9,17 ± 0,38; 8,5 – 9,76	9,41 ± 0,37; 8,8 – 9,8	9,96 ± 0,85; 8,6 – 11,2	9,43 ± 0,64; 8,5 – 11,2
Tarso	15,76 ± 0,46; 14,8 – 16,7	16,01 ± 0,56; 15 – 17,1	15,85 ± 0,64; 14,5 – 17,3	15,82 ± 0,53; 14,5 – 17,3
Hembra	15,69 ± 0,47; 14,8 – 16,7	15,84 ± 0,48; 15,2 – 16,5	15,69 ± 0,61; 14,7 – 16,6	15,71 ± 0,49; 14,7 – 16,7
Macho	15,80 ± 0,46; 14,9 – 16,68	16,1 ± 0,60; 15 – 17,1	15,93 ± 0,66; 14,5 – 17,3	15,89 ± 0,55; 14,5 – 17,3
Ala	74,46 ± 1,84; 70 – 79	75,73 ± 1,91; 72 – 79	74,21 ± 1,64; 71 – 77	74,60 ± 1,85; 70 – 79
Hembra	73,84 ± 1,29; 72 – 76	75,6 ± 1,67; 73 – 77	73,38 ± 1,6; 71 – 75	73,99 ± 1,54; 71 – 77
Macho	74,89 ± 2,05; 70 – 79	75,8 ± 2,1; 72 – 79	74,63 ± 1,54; 71 – 77	74,97 ± 1,94; 70 – 79
Cola	54,74 ± 2,6; 50 – 61	55,67 ± 2,72; 52 – 60	54,63 ± 1,69; 50 – 58	54,86 ± 2,53; 50 – 61
Hembra	54,32 ± 2,61; 50 – 61	55,6 ± 2,40; 53 – 59	55,0 ± 2,40; 52 – 57	54,66 ± 2,39; 50 – 61
Macho	55,03 ± 2,60; 51 – 60	55,7 ± 2,98; 52 – 60	54,44 ± 2,48; 50 – 58	54,98 ± 2,62; 50 – 60

Tabla 3. a) Resultados de modelos lineales (MLs) para evaluar la variación de las medidas biométricas y un modelo lineal generalizado (MLG), para evaluar la variación de la acumulación de grasa en relación al sexo y la edad y su interacción en 93 churrinches. Las capturas fueron realizadas en La Pampa, Argentina, durante las temporadas reproductivas de 2015–16 a 2018–19. Los valores corresponden a: gl; estadístico (F para los MLs y X² para el MLG), p valor, para cada variable y su interacción y la explicación del modelo (R² ajustado para los MLs o Devianza para el MLG). En la tabla siguiente **b)** se reportan: Estimador ± DE; estadístico (t para los MLs y z para el MLG), p valor de las comparaciones a posteriori mediante pruebas de Tukey. Para la edad: I = Inmaduro, A = Adulto, D = Después de juvenil. Para el sexo: H = Hembra, M = Macho.

a)	Sexo	Edad	Sexo : Edad	Explicación
Masa	1,91; 26,334; < 0,0001*	2,89; 0,41; 0,67	2,87; 0,77; 0,47	21,59%
Culmen	1,89; 1,21; 0,27	2,90; 14,80; < 0,0001*	2,87; 0,06; 0,95	23,08%
Tarso	1,87; 2,13; 0,15	2,87; 1,25; 0,29	2,87; 0,17; 0,85	0,30%
Ala	1,89; 6,67; 0,01*	2,89; 3,77; 0,03*	2,87; 0,40; 0,67	11,14%
Cola	1,87; 0,31; 0,58	2,87; 0,89; 0,42	2,87; 0,49; 0,62	2,11%
Grasa	1; 18,10; < 0,0001*	2; 27,20; < 0,0001*	2; 3,49; 0,17	31,71%

b)	Masa	Culmen	Tarso	Ala	Cola	Grasa
M – H	-0,83 ± 0,16; -5,13; < 0,01*	0,13 ± 0,12; 1,1; 0,28	0,16 ± 0,11; 1,48; 0,14	0,97 ± 0,37; 2,58; 0,01*	0,30 ± 0,54; 0,56; 0,58	-0,53 ± 0,12; -4,27; < 0,0001*
I – A	-0,19 ± 0,22; -0,85; 0,67	-0,24 ± 0,16; -1,47; 0,31	-0,24 ± 0,15; -1,59; 0,25	-1,20 ± 0,51; -2,35; 0,05	-0,90 ± 0,74; -1,22; 0,44	-0,15 ± 0,16; -0,94; 0,61
I – D	-0,10 ± 0,19; -0,51; 0,87	-0,76 ± 0,14; -5,44; < 0,0001*	-0,08 ± 0,13; -0,59; 0,82	0,33 ± 0,43; 0,76; 0,73	0,14 ± 0,62; 0,22; 0,97	-0,83 ± 0,19; -4,36; < 0,0001*
D – A	-0,10 ± 0,25; -0,38; 0,92	0,51 ± 0,19; 2,76; 0,02*	-0,17 ± 0,17; -0,97; 0,60	-1,52 ± 0,57; -2,65; 0,02*	-1,04 ± 0,84; -1,25; 0,43	-0,98 ± 0,22; -4,42; < 0,0001*

Tabla 4. Resumen de los índices de condición corporal (ICC) de acuerdo a la medida biométrica de 93 churrinches provenientes de La Pampa, Argentina, durante cuatro temporadas reproductivas. Se reportan los resultados de las regresiones del eje mayor estandarizado en relación al sexo y la edad (razón de verosimilitud; gl; p valor) y correlación de los índices con la acumulación de grasa (rs; p valor).

dex), según Peig & Green (2009). Dicho índice de masa escalada corresponde a: $ICC = SMI = M_i * (L_0/L_i)^{b_{SMA}}$, donde M_i es la masa observada del individuo, L_0 es la media de todos los valores medidos de la variable biométrica, L_i es la medida de la variable biométrica de ese individuo y b_{SMA} es la pendiente de la regresión del eje mayor estandarizado (SMA o RMA, por sus siglas en inglés). Dicho SMA fue obtenido a partir de cada medida biométrica, es decir, el largo del culmen, tarso y cola y cuerda de ala, empleando la función “sma” de la librería “smatr” (Warton et al. 2012). Asimismo, los ICC se calcularon en relación a las medidas biométricas, tomando en cuenta si el sexo y la edad explicaban las medidas biométricas evaluadas, en cuyo caso se calcularon de forma independiente. Para determinar si efectivamente los ICC reflejan la condición corporal, la grasa se correlacionó con cada ICC; si no explican mejor que la masa por sí sola, es conveniente usar solo la masa antes que un ICC para los análisis relacionados con la condición corporal de los individuos (Labocha & Hayes 2012). Se utilizaron correlaciones de Spearman para evaluar la masa y los ICC con la grasa. Luego, se utilizó la medida mejor correlacionada como variable respuesta para modelar la condición corporal en relación a diferentes aspectos.

Se utilizaron diferentes MLs empleando como variable respuesta la mejor medida explicativa de la condición corpo-

ral (Chambers 1992, Everitt & Hothorn 2010, Crawley 2015; Tabla 1). Se utilizó como variable explicativa el desarrollo del parche de incubación para las hembras, mientras que para los machos el desarrollo de la protuberancia cloacal (Tabla 1). En otro modelo se utilizaron como variables explicativas la fecha, el año de la temporada reproductiva y el sitio (Tabla 1). La fecha en la cual se capturó el correspondiente individuo se calculó como el número de días transcurridos desde el 31 de octubre del correspondiente año evaluado, dado que dicha fecha correspondió al individuo capturado más temprano en todas las temporadas estudiadas. Los sitios de captura se clasificaron como RPPL, ELA o EG.

La normalidad de las variables respuesta y de los residuos de los MLs se probó gráficamente a través de histogramas y Q-Q normales. No se tuvieron en cuenta individuos recapturados en los análisis. La colinealidad de las variables explicativas de todos los modelos se evaluó mediante correlaciones de Pearson, usando solo variables significativamente y no altamente correlacionadas ($r < 0,70$) en un mismo modelo. La multicolinealidad de las variables explicativas de todos los modelos se evaluó mediante el Factor de Inflación de la Varianza (VIF) empleando la función “vif” de la librería “car” (Fox & Weisberg 2011), usando solo variables no altamente multicorrelacionadas ($VIF < 3,50$) en un mismo mode-

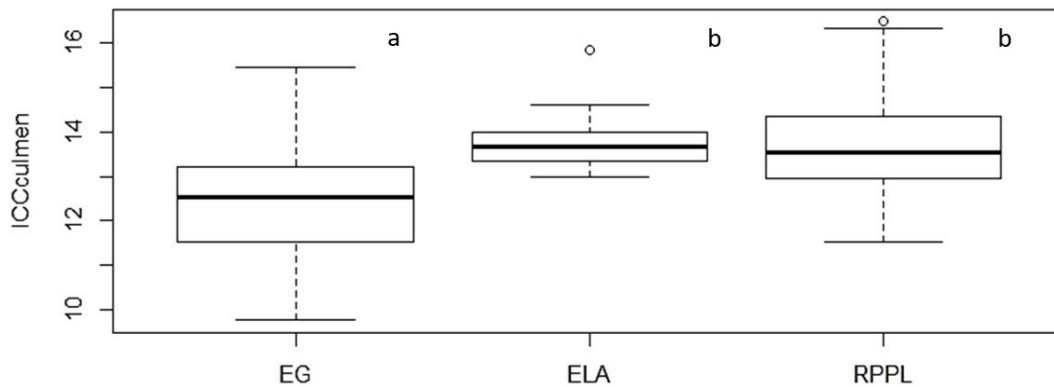


Figura 2. Índices de condición corporal obtenidos a partir de la relación entre el culmen y la masa (ICCculmen) de churrinches capturados en dos estancias ganaderas: “Los Álamos” (ELA) y “Giuliani” (EG) y la Reserva Provincial Parque Luro (RPPL), en el centro de Argentina, durante cuatro temporadas reproductivas. Letras diferentes indican diferencias significativas entre sitios.

lo (James et al. 2013). La selección de variables de los modelos óptimos finales se realizó utilizando la metodología de “pasos hacia atrás” (Chambers 1992, Everitt & Hothorn 2010, Crawley 2015). *A posteriori*, se emplearon pruebas de Tukey para realizar las comparaciones múltiples de las variables cualitativas significativas de los modelos empleando la función “glht” de la librería “multcomp” (Hothorn et al. 2008). A su vez, se calculó la proporción de varianza explicada por los MLs a través del cálculo del R^2 ajustado y la desviación de los MLGs (Chambers 1992, Everitt & Hothorn 2010, Crawley 2015). Todos los análisis estadísticos se realizaron en R 3.5.1 (R Core Team 2017) con un nivel de significancia de 0,05.

RESULTADOS

Se anillaron 93 churrinches, 35 hembras (5 adultas, 22 inmaduras y 8 después de juveniles) y 58 machos (10 adultos, 32 inmaduros y 16 después de juveniles). El número total de individuos capturados por cada una de las cuatro temporadas reproductivas estudiadas fue de 36, 10, 31 y 16, respectivamente. De acuerdo al sitio donde fueron capturados, 50 provinieron de la RPPL, 15 de la ELA y 28 de la EG. Todos los churrinches fueron capturados entre el 31 de octubre y el 28 de enero de cada temporada reproductiva, es decir, en un lapso de 89 días. Se capturaron individuos en 35 días, espaciados en promedio entre 2,62 días (DE = 2,1; rango = 1 – 9). Por cada día de captura, se capturaron en promedio 2,21 individuos (DE = 1,46; rango = 1 – 7).

Las hembras presentaron mayor masa y acumulación de grasa y menor cuerda de ala que los machos (Tablas 2 y 3). Sin embargo, los inmaduros y los adultos de churrinche no presentaron diferencias en relación a las medidas biométricas y la grasa (Tablas 2 y 3). La interacción entre sexo y edad no fue significativa para las características evaluadas (Tabla 3). En general, el churrinche presentó baja acumulación de grasa (Figura 3a), la mayoría de las hembras presentaron desarrollo del parche de incubación con vascularización extrema (categoría 3, Figura 3b) y los machos cloaca levemente inflamada (categoría 1, Figura 3c). El desarrollo del parche de incubación de las hembras (Estimador \pm DE = $-0,36 \pm 0,32$; $Z = -1,13$; $P = 0,49$) ni de la protuberancia cloacal de los machos (Estimador \pm DE = $0,06 \pm 0,36$; $Z = 0,17$; $P = 0,98$) variaron entre inmaduros y adultos del churrinche.

Para los cálculos de ICC de las medidas biométricas en relación a la masa, se contempló una pendiente de la SMA diferente según el sexo para el largo del tarso (Pendiente H =

2,25; IC H = 1,6 – 3,16; Pendiente M = 1,33; IC M = 1,02 – 1,73), la cuerda del ala (Pendiente H = 3,39; IC H = 2,39 – 4,80; Pendiente M = 1,76; IC M = 1,36 – 2,29) y el largo de la cola (Pendiente H = 1,61; IC H = 1,15 – 2,26; Pendiente M = 0,97; IC M = 0,75 – 1,26), pero la misma pendiente según las edades (Tabla 4). Para el índice que relacionó el culmen con la masa se utilizó la misma pendiente (Pendiente = 0,94; IC = 0,77 – 1,16) según el sexo y la edad (Tabla 4). El ICC obtenido a partir del culmen del churrinche fue el que mejor se correlacionó en forma positiva con la acumulación de grasa (Tabla 4), lo que explica mejor que la masa sola, la cual también se correlacionó en forma positiva con la grasa ($r_s = 0,31$; $P < 0,0001$).

El desarrollo del parche de incubación no explicó la variación en el ICCculmen de las hembras del churrinche (Estimador \pm DE = $-0,19 \pm 0,16$; $gl = 1$, 328; $F = 1,39$; $P = 0,25$). Tampoco el desarrollo de la protuberancia cloacal explicó su variación en los machos (Estimador \pm DE = $-0,17 \pm 0,15$; $gl = 1$, 56; $F = 1,29$; $p = 0,26$). El ICCculmen del churrinche tampoco fue explicado por la fecha ($gl = 1$, 86; $F = 0,03$; $P = 0,85$) o el año de la temporada reproductiva ($gl = 3$, 86; $F = 0,36$; $P = 0,78$), pero sí por el sitio ($gl = 2$, 90; $F = 12,21$; $P < 0,0001$) en un 19,59%. El ICCculmen fue significativamente menor en la EG que en relación al RPPL (Estimador \pm DE = $-1,39 \pm 0,36$; $t = -3,85$, $P < 0,0001$) y en relación al ELA (Estimador \pm DE = $-1,21 \pm 0,27$; $t = -4,55$, $P < 0,0001$), mientras que los valores del ICCculmen en la RPPL y en la ELA no difirieron significativamente (Estimador \pm DE = $-0,17 \pm 0,33$; $t = -0,53$, $P = 0,85$; Figura 2).

DISCUSIÓN

En el centro de Argentina, el churrinche difirió según el sexo, pero no según la edad, en alguna de sus medidas biométricas, las cuales en su mayoría coinciden con los resultados obtenidos en otras regiones de su amplia distribución (Pyle 1997, Ellison et al. 2009, Alderete & Capllonch 2010, de la Peña 2016). La condición corporal del churrinche no varió de acuerdo a la fecha ni entre temporadas reproductivas. La variación en la condición corporal de la especie sólo fue afectada por el sitio reproductivo particular, siendo menor en una de las estancias con ganadería, con respecto a la otra estancia y al área protegida.

De manera general, las medidas biométricas, incluyendo la masa, cuerda de ala, largo de cola, tarso y culmen, coinciden con lo descrito en otras áreas de la distribución del chu-

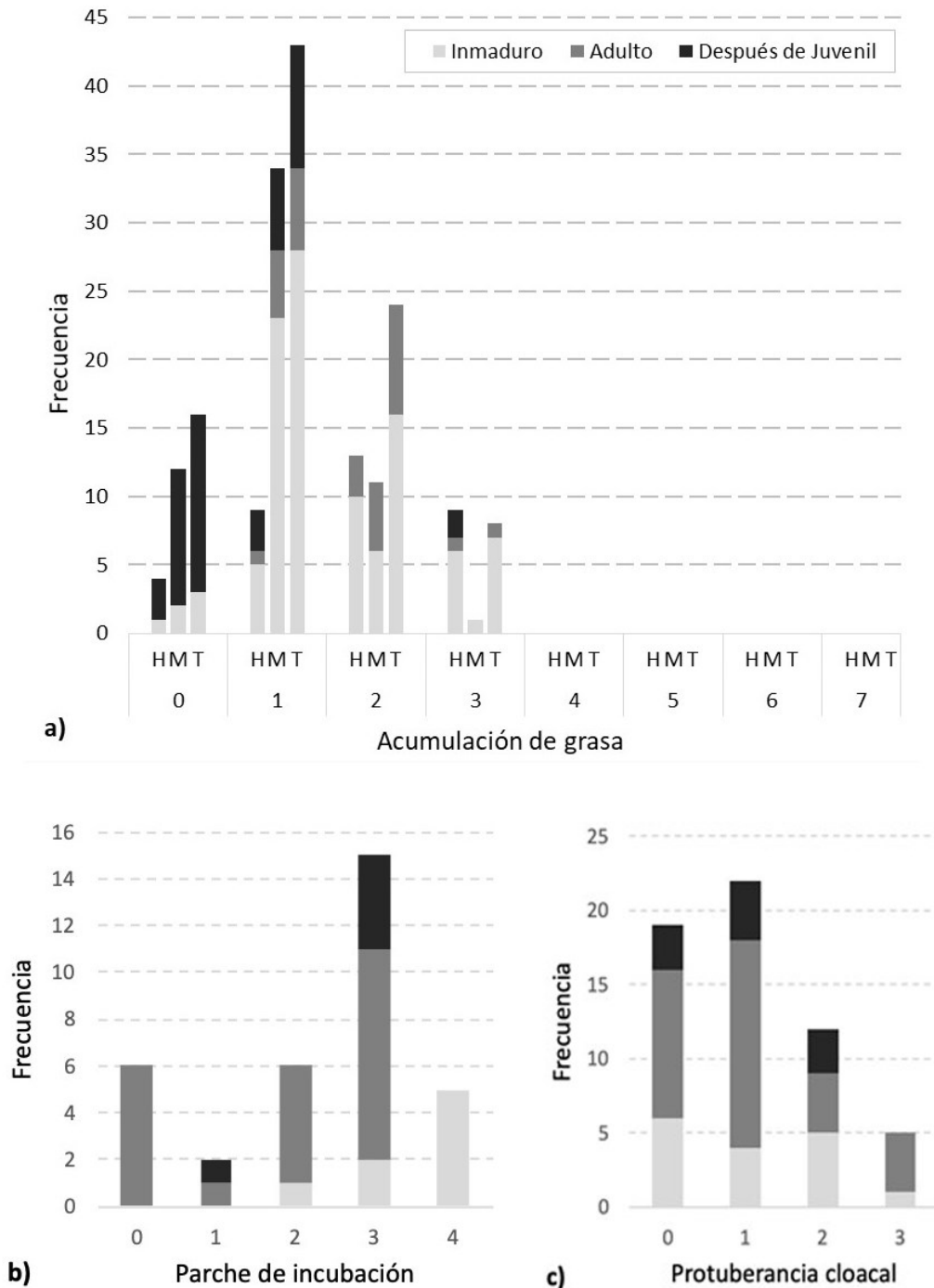


Figura 3. Frecuencias observadas de la **a)** acumulación de grasa de 93 churrinches discriminados según la edad (inmaduro, adulto, después de juvenil) y el sexo (H = hembra, M = Macho, T = totales) y el desarrollo del **b)** parche de incubación de 35 hembras y de la **c)** protuberancia cloacal de 58 machos, discriminados según su edad. Los individuos fueron evaluados en La Pampa, Argentina durante cuatro temporadas reproductivas.

rrinche (Ellison et al. 2009, Alderete & Capllonch 2010, de la Peña 2016). Sin embargo, se amplía la información disponible de la masa de las hembras, de hasta 15,9 g en su época reproductiva (Ellison et al. 2009, Alderete & Capllonch 2010, de la Peña 2016). El largo de la cola obtenido para individuos de ambos sexos es menor (puede medir desde 50 mm) comparado con el descrito para Norteamérica (Ellison et al. 2009). El largo del culmen obtenido en este trabajo no es comparable con el descrito para Norteamérica (Ellison et al. 2009), dado que en ese trabajo se reporta el culmen expuesto y en el presente trabajo el culmen es medido desde las narinas.

Tanto la acumulación de grasa como el desarrollo del parche de incubación de las hembras y el de la protuberancia

cloacal de los machos se reportan por primera vez para la especie y se relacionan con la época reproductiva en la cual se llevó a cabo este estudio. La mayoría de las hembras presentaron un alto grado de desarrollo del parche de incubación, con vascularización extrema. Los machos presentaron un desarrollo de la cloaca no muy elevado y generalmente mostraron una cloaca levemente inflamada, dado que los tiránidos no desarrollan este órgano muy prominentemente, en comparación con otros passeriformes (Pyle 1997). La acumulación de grasa varió desde la ausencia de grasa hasta la cavidad furcular completa hasta la mitad, la cual se relaciona con que la especie se encuentra en época reproductiva y tiene menor contenido de grasa con respecto a los períodos migratorios (Newton 2007, Reppenning & Fontana 2011, An-

dersson et al. 2018).

Las hembras del churrinche presentaron mayor masa y los machos mayor cuerda de ala, tal como sucede con la especie en Norteamérica, a pesar de que se trata de otra subespecie (Ellison et al. 2009). Además, las hembras también presentaron mayor acumulación de grasa que los machos, pero el largo del culmen, tarso y cola no variaron entre sexos. La mayor masa y acumulación de grasa de las hembras de churrinche probablemente estén relacionadas con los cambios fisiológicos reproductivos producidos por el desarrollo del ovario y el oviducto, como se ha documentado, por ejemplo, en el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*; Ricklefs & Hussell 1984, Meijer et al. 1994). Asimismo, como sucede en la mayoría de los passeriformes, se pudo observar que los machos son mayores a las hembras en tamaño (Pyle 1997, Mulvihill et al. 2004), en este caso reflejado en la cuerda de ala del churrinche. En relación a la edad, las variables biométricas de estado reproductivo y de condición corporal no difirieron entre los inmaduros y adultos, como ha sido reportado para esta especie en Norteamérica (Ellison et al. 2009).

La mejor medida explicativa de la condición corporal, que explica la acumulación de grasa (Ralph et al. 1993, NABC 2003, Labocha & Hayes 2012), fue el índice de masa escalada, obtenido a partir del largo del culmen del churrinche. El desarrollo del parche de incubación no explicó la variación en la condición corporal de las hembras, ni el desarrollo de la protuberancia cloacal explicó su variación en los machos, a pesar de que el mayor desarrollo de las estructuras reproductivas puede suponer una menor condición corporal relacionado al gasto energético que involucra la reproducción (Williams 1966, Lack 1968, Mitchell et al. 2012).

La condición corporal no fue explicada por la fecha ni el año de la temporada reproductiva, aunque algunas hembras de otras especies regulan su masa durante la reproducción para que los vuelos en la búsqueda de alimento para los pichones requieran menos gasto energético (Hillstrom 1995, Merila & Wiggins 1997, Blem & Blem 2006). Por otra parte, en algunas especies ambos sexos aumentan su condición corporal hacia el final de la época reproductiva en preparación para la migración de otoño (Newton 2007, Andersson et al. 2018). Entonces, la primera hipótesis planteada fue solo validada en parte, dado que la condición corporal no varió de acuerdo a la fecha. Sin embargo, como se esperaba, la condición corporal tampoco fue variable entre temporadas reproductivas. Por último, la condición corporal de este migrante varió de acuerdo al sitio, siendo menor en una de las estancias con actividad ganadera (EG) respecto a la otra estancia evaluada (ELA) y en la reserva donde no hay ganadería (RPPL). Por lo tanto, la segunda hipótesis planteada, que la condición corporal del churrinche varía con la presencia de la ganadería de cría, fue solo validada en parte.

La ganadería como actividad antrópica presente en el área de estudio explicó en parte la condición corporal del churrinche, demostrando que la ganadería tiene el potencial de afectar diferencialmente al churrinche y, por ende, a otras especies de aves similares. Por lo tanto, se destaca la importancia de las áreas protegidas para favorecer a las especies migratorias australes del Neotrópico, como el churrinche. Por otra parte, aspectos como la carga y las intensidades ganaderas (Morris & Ubici 1996), particulares de esta actividad antrópica y no evaluadas en este estudio, pueden estar influyendo en la condición corporal del churrinche. Lo mismo

sucede con otros factores relacionados a la ganadería, como la construcción de caminos, los cuales pueden ser responsables de regular los patrones de la condición física de estas aves, dado que están presentes en el área de estudio (Maceda 2005, Sarasola et al. 2005). Por último, también el bajo tamaño muestral, fundamentalmente de la ELA, que presentó churrinches de condición física similar a la reserva y menor a la otra estancia ganadera, podría estar sesgando los resultados obtenidos en este trabajo.

Estudios futuros son necesarios para comprender los mecanismos por los cuales estos procesos ocurren debido a que la ganadería puede afectar a diferentes especies de aves de diversas maneras. Por ejemplo, la ganadería puede afectar el comportamiento de las aves (Martin & Possingham 2005), la disponibilidad de alimento (Dennis 2003, Wallis De Vries et al. 2007, McMahon et al. 2010), la presencia de depredadores (Beja et al. 2013) y parásitos de cría (Gowaty 1994, Goguen & Mathews 2001, Schmiegelow & Monkkonen 2002, Patten et al. 2006), entre otros factores (Tichit et al. 2005, Ambrosini et al. 2012, Adams et al. 2014, Phelps & Kaplan 2017). En combinación, estos factores pueden estar modulando la condición física del churrinche. De este modo, se podrán determinar las prácticas de manejo ganadero más adecuadas en pos de no influir sobre las aves nativas en el centro de Argentina.

Diferentes factores, tanto propios de cada individuo como de la población, pueden modelar la condición corporal de las aves (Carey 1996, Machado-Filho et al. 2010, Milenkaya et al. 2013, Milenkaya et al. 2015). Entre dichos factores se encuentran la presencia de enfermedades (Gunderson et al. 2009, van Dijk et al. 2016) o la calidad del hábitat, incluyendo el alimento disponible y sitios adecuados para criar (Latta & Faaborg 2002, Johnson 2009), los cuales no fueron evaluados en este trabajo. Asimismo, para obtener un conocimiento completo de la condición corporal del churrinche y las características que la influyen, serían necesarios trabajos futuros similares a este, que evalúen la condición corporal en sus áreas de invernada, durante su migración y dentro de sus áreas de cría, justo al arribar de la migración de primavera y al partir hacia la migración de otoño.

Ante la creciente pérdida de biodiversidad (Vitousek et al. 1997, MacDougall et al. 2013), las amenazas a las especies de aves migrantes en particular (BirdLife International 2014) y el gran desconocimiento de la ecología y comportamiento de especies de aves migratorias sudamericanas (Martin 1996, Cueto et al. 2008, Cueto & Jahn 2008, Faaborg et al. 2010, Jahn et al. 2020), es importante evaluar y monitorear a las poblaciones naturales (Martin & Finch 1995). Además, muchos taxones a nivel mundial experimentan actualmente una reducción en su masa y tamaño corporal, atribuida fundamentalmente al calentamiento global (Van Buskirk et al. 2010, Gardner et al. 2011, Kovács et al. 2012, Rioux Paquette et al. 2014). Entonces, el cambio climático, junto con la ganadería como actividad antrópica y las crecientes actividades humanas en el Espinal del centro de Argentina, como la deforestación, la creación de rutas y la urbanización (Morris & Ubici 1996, Fernández & Busso 1999, Lerner 2004, Brown et al. 2006, Distel 2016), podrían afectar a las especies a largo plazo. Por lo tanto, resulta fundamental comprender los mecanismos que modulan la condición corporal de las aves del Espinal para llevar a cabo prácticas sostenibles y asegurar la conservación de las mismas y sus ambientes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Subsecretaría de Ambiente y la Dirección de Recursos Naturales del Gobierno de La Pampa por proveernos los permisos correspondientes para la realización de las actividades de campo y a los propietarios de los establecimientos ganaderos privados por permitirnos trabajar en sus propiedades. También a los más de 30 incondicionales ayudantes de campo, especialmente F. G. López, M. L. Ambrosio, L. Pérez-Rodríguez y B. Martínez Miranzo; esta última asistiéndonos además en la determinación de la edad de individuos capturados. Asimismo, agradecemos a tres revisores anónimos que contribuyeron notablemente a mejorar el manuscrito. Este trabajo fue financiado por una beca de la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo para AEJ (#2012/17225-2) y por el estipendio de la Beca Interna Doctoral del CONICET-Argentina de MER. AEJ también agradece el apoyo de Indiana University (Prepared for Environmental Change Grand Challenge Initiative). En reivindicación de la educación pública argentina, gratuita y de calidad, y en memoria de M. Larrea Sola, uno de los ayudantes de campo, apasionado y joven ornitólogo que nos dejó pronto en este camino.

REFERENCIAS

- Adams, WM, RDS Small & JA Vickery (2014) The impact of land use change on migrant birds in the Sahel. *Biodiversity* 15: 101–108.
- Alderete, C & P Capllonch (2010) Pesos de aves Suboscines de Argentina. *Nótulas faunísticas (Segunda serie)* 58: 1–5.
- Ambrosini, R, D Rubolini, P Trovò, G Liberini, M Bandini, A Romano, B Sicurella, C Scandolaro *et al.* (2012) Maintenance of livestock farming may buffer population decline of the Barn Swallow *Hirundo rustica*. *Bird Conservation International* 22: 411–428.
- Andersson, N, M Piha, K Meller, K Välimäki & A Lehikoinen (2018) Variation in body condition of songbirds during breeding season in relation to sex, migration strategy and weather. *Ornis Fennica* 95: 70–81.
- Beja, P, S Schindler, J Santana, M Porto & R Morgado (2013) Predators and livestock reduce bird nest survival in intensive Mediterranean farmland. *European Journal of Wildlife Research* 60: 249–258.
- Bell, SC, PIF Owens & AM Lord (2014) Quality of breeding territory mediates the influence of paternal quality on sex ratio bias in a free-living bird population. *Behavioral Ecology* 25: 352–358.
- BirdLife International (2014) Migratory birds and flyways. Available at www.birdlife.org/worldwide/programmes/migratory-birds-and-fly-ways [Accessed 15 June 2014].
- Blem, CR & LB Blem (2006) Variation in mass of female Prothonotary warblers during nesting. *Wilson Journal of Ornithology* 118: 3–12.
- Botero-Delgado, E (2010) Criterios morfométricos y cualitativos para la determinación de la edad y el sexo en *Mionectes olivaceus* (Tyrannidae). *El Hornero* 25: 9–16.
- Brown, A, U Martínez Ortiz, M Acerbi & J Corcuera (eds) (2006) *La situación ambiental Argentina 2005*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, Argentina.
- Brown, DR & TW Sherry (2006) Food supply controls the body condition of a migrant bird wintering in the tropics. *Oecologia* 149: 22–32.
- Brown, ME (1996) Assessing body condition in birds. *Current Ornithology* 13: 67–135.
- Cabrera, AL & A Willink (1973) Biogeografía de América. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Departamento de Asuntos Científicos, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, United States.
- Carey, C (ed) (1996) *Avian energetics and nutritional ecology*. Chapman & Hall, New York, USA.
- Chambers, JM (1992) Linear models. Pp. 95–144 in Chambers, JM & TJ Hastie (eds). *Statistical Models in S*. Chapman and Hall/CRC, New York, USA.
- Chesser, RT (1994) Migration in South America: an overview of the austral system. *Bird Conservation International* 4: 91–107.
- Cody, ML (1971) *Ecological aspects of avian reproduction*. Academic Press, New York.
- Crawley, MJ (2015) *Statistics: An introduction using R*. Imperial College, London, UK.
- Cueto, VR & AE Jahn (2008) Sobre la necesidad de tener un nombre estandarizado para las aves que migran dentro de América del Sur. *El Hornero* 23: 1–4.
- Cueto, VR, J Lopez de Casenave & L Marone (2008) Neotropical austral migrant landbirds: Population trends and habitat use in the central Monte desert, Argentina. *The Condor* 110: 70–79.
- de la Peña, MR (2016) Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie)* 21: 1–633.
- Dennis, P (2003) Sensitivity of upland arthropod diversity to livestock grazing, vegetation structure and landform. *Journal of Food Agriculture and Environment* 1: 301–307.
- Distel, RA (2016) Grazing ecology and the conservation of the Caldenal rangelands, Argentina. *Journal of Arid Environments* 134: 49–55.
- Duval, VS, GM Benedetti & AM Campo (2012) Patrón de distribución de la vegetación en la Reserva Provincial Parque Luro. *Huellas* 16: 93–107.
- Ellegren, H (1993) Speed of migration and migratory flight lengths of passerine birds ringed during autumn migration in Sweden. *Ornis Scandinavica* 24: 220–228.
- Ellison, K, BO Wolf & SL Jones (2009) Vermilion Flycatcher (*Pyrocephalus rubinus*). The Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/484>. Available at <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/484> [Accessed 18 October 2018].
- Evans, DM, SM Redpath, SA Evans, DA Elston & P Dennis (2005) Livestock grazing affects the egg size of an insectivorous passerine. *Biology Letters* 1: 322–325.
- Evans, DM, SM Redpath, SA Evans, DA Elston, CJ Gardner, P Dennis & RJ Pakeman (2006) Low intensity, mixed livestock grazing improves the breeding abundance of a common insectivorous passerine. *Biology Letters* 2: 636–638.
- Evans, DM, N Villar, NA Littlewood, RJ Pakeman, SA Evans, P Dennis, J Skartveit, & SM Redpath (2015) The cascading impacts of livestock grazing in upland ecosystems: a 10-year experiment. *Ecosphere* 6: 1–15.
- Everitt, BS & T Hothorn (2010) *A handbook of statistical analyses using R*. CRC press, New York, USA.
- Faaborg, J, RT Holmes, D Anders, KL Bildstein, KM Dugger, SA Gauthreaux, Jr., P Heglund, KA Hobson, *et al.* (2010) Conserving migratory landbirds in the New World: Do we know enough? *Ecological Applications* 20: 398–418.
- Fernández, OA & CA Busso (1999) Arid and semi-arid rangelands: two thirds of Argentina. *RALA Report* 200: 41–60.
- Fitzpatrick, JM (2004) Family Tyrannidae (Tyrant- flycatchers). Pp. 170–461 in del Hoyo, J, A Elliot & DA Christie (eds). *Handbook of the birds of the world. Volume 9: Cotingas to pipits and wagtails*. Lynx Editions, Barcelona, España.
- Foley, JA (2005) Global consequences of land use. *Science* 309: 570–574.
- Fox, J & S Weisberg (2011) *An R Companion to Applied Regression*. SAGE Publications, Thousand Oaks, USA.
- Gardner, JL, A Peters, MR Kearney, L Joseph & R Heinsohn (2011) Declining body size: a third universal response to warming? *Trends in Ecology and Evolution* 26: 285–291.
- Goguen, CB & NE Mathews (2001) Brown-headed cowbird behavior

- and movements in relation to livestock grazing. *Ecological Applications* 11: 1533–1544.
- González-Roglich, M, D Villarreal & MG Castro (2012) Evaluación de la efectividad de la Reserva Parque Luro como herramienta de conservación del Caldenal pampeano: cambios en la cobertura vegetal a nivel de paisaje entre 1960 y 2004. *Ecología Austral* 22: 11–21.
- Gowaty, PA (1994) Conservation and coevolutionary implications of brood parasitism by cowbirds. *Tree* 9: 162–164.
- Gunderson, AR, MH Forsyth & JP Swaddle (2009) Evidence that plumage bacteria influence feather coloration and body condition of Eastern bluebirds *Sialia sialis*. *Journal of Avian Biology* 40: 440–447.
- Hillstrom, L (1995) Body mass reduction during reproduction in the Pied flycatcher *Ficedula hypoleuca*: physiological stress or adaptation for lowered costs of locomotor? *Functional Ecology* 9: 807–817.
- Hothorn, T, F Bretz & P Westfall (2008) Simultaneous inference in general parametric models. *Biometrical Journal* 50: 346–363.
- Jahn, AE, JI Giraldo, M MacPherson, DT Tuero, JH Sarasola, J Cereghetti, DA Masson & MV Morales. (2016) Demographic variation in timing and intensity of feather molt in migratory Fork-tailed Flycatchers (*Tyrannus s. savana*). *Journal of Field Ornithology* 87: 143–154.
- Jahn, AE, VR Cueto, CS Fontana, AC Guaraldo, DJ Levey, PP Marra & TB Ryder (2020) Bird migration within the Neotropics. *The Auk* 137: 1–23.
- James, G, D Witten, T Hastie & R Tibshirani (2013) *An introduction to statistical learning with applications in R*. Springer, New York, USA.
- Johnson, EI & JD Wolfe (2018) *Molt in Neotropical birds*. Life history and aging criteria. CRC Press, New York, United States.
- Johnson, MD (2009) Measuring habitat quality: a review. *The Condor* 109: 489–504.
- Kitaysky, AS, JC Wingfield & JF Piatt (1999) Dynamics of food availability, body condition and physiological stress response in breeding Black-legged Kittiwakes. *Functional Ecology* 13: 577–584.
- Kovács, S, P Fehérvári, K Nagy, A Harnos & T Csörgó (2012) Changes in migration phenology and biometrical traits of Reed, Marsh and Sedge Warblers. *Central European Journal of Biology* 7: 115–125.
- Labocha, MK & JP Hayes (2012) Morphometric indices of body condition in birds: a review. *Journal Ornithology* 153: 1–22.
- Lack, D (1968) *Ecological adaptations for breeding in birds*. Methuen, London, UK.
- Latta, SC & J Faaborg (2002) Demographic and population responses of Cape May Warblers wintering in multiple habitats. *Ecology* 83: 2502–2515.
- Lerner, PD (2004) El Caldenar: dinámica de poblaciones de caldén y procesos de expansión de leñosas en pastizales. Pp. 1–15 in Arturi, MF, JL Frangi & JF Goya (eds). *Ecología y manejo de los bosques de Argentina*. Editorial de la Universidad de La Plata, La Plata, Argentina.
- MacDougall, AS, KS Mccann, G Gellner & R Turkington (2013) Diversity loss with persistent human disturbance increases vulnerability to ecosystem collapse. *Nature* 494: 86–89.
- Maceda, JJ (2005) Reserva provincial Parque Luro. Pp. 243–244 in Di Giacomo, AS (ed). *Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. Asociación Ornitológica Del Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Machado-Filho, RN, GM Balsamão & MÂ Marini (2010) Seasonal differences in immune profiles and body conditions of migratory and permanent resident Neotropical flycatchers. *The Condor* 112: 579–590.
- Mark, MM & DR Rubenstein (2013) Physiological costs and carry-over effects of avian interspecific brood parasitism influence reproductive tradeoffs. *Hormones and Behavior* 63: 717–722.
- Martin, K (1995) Patterns and mechanisms for age-dependent reproduction and survival in birds. *American Zoologist* 35: 340–348.
- Martin, TE (1996) Life history evolution in tropical and South temperate birds: What do we really know? *Journal of Avian Biology* 27: 263–272.
- Martin, TE & DM Finch (1995) *Ecology and management of Neotropical migratory birds: A synthesis and review of critical issues*. Oxford, New York, United States.
- Martin, TG & HP Possingham (2005) Predicting the impact of livestock grazing on birds using foraging height data. *Journal of Applied Ecology* 42: 400–408.
- McMahon, BJ, A Helden, A Anderson, H Sheridan, A Kinsella & G Purvis (2010) Interactions between livestock systems and biodiversity in South-East Ireland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139: 232–238.
- Meijer, T, FJ Miihring & F Trillmich (1994) Annual and daily variation in body mass and fat of Starlings *Sturnus vulgaris*. *Journal of Avian Biology* 25: 98–104.
- Merila, J & DA Wiggins (1997) Mass loss in breeding blue tits: the role of energetic stress. *Journal of Animal Ecology* 66: 452–460.
- Milenkaya, O, N Weinstein, S Legge & JR Walters (2013) Variation in body condition indices of crimson finches by sex, breeding stage, age, time of day, and year. *Conservation Physiology* 1: 1–14.
- Milenkaya, O, DH Catlin, S Legge & JR Walters (2015) Body condition indices predict reproductive success but not survival in a sedentary, tropical bird. *PLoS ONE* 10: e0136582.
- Mitchell, GW, NT Wheelwright, CG Guglielmo & DR Norris (2012) Short- and long-term costs of reproduction in a migratory songbird. *Ibis* 154: 325–337.
- Møller, AP & F De Lope (1999) Senescence in a short-lived migratory bird: age, dependent morphology, migration, reproduction and parasitism. *Journal of Animal Ecology* 68: 163–171.
- Moreno, J (1989) Strategies of mass change in breeding birds. *Biological Journal of the Linnean Society* 37: 297–310.
- Morris, A & S Ubici (1996) Range management and production on the fringe: the Caldenal, Argentina. *Journal of Rural Studies* 12: 413–425.
- Mulvihill, RS, RC Leberman & AJ Leppold (2004) *Relationships among body mass, fat, wing length, age and sex for 170 species of birds banded at Powdermill Nature Reserve*. Eastern Bird Banding Association, Rector, USA.
- NABC (2003) *Manual para anillar Paseriformes y cuasi-Paseriformes del anillador de Norteamérica*. North American Banding Council, USA.
- Newton, I (2007) *The migration ecology of birds*. Academic press, Elsevier, London, UK.
- Ortega, CP (1998) *Cowbirds and other brood parasites*. University of Arizona Press, Tucson, USA.
- Oyarzabal, M, J Clavijo, L Oakley, F Biganzoli, P Tognetti, I Barberis, HM Maturo, R Aragón, et al. (2018) Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral* 28: 40–63.
- Patten, MA, ES Shochat, DL Reinking & DH Wolfe (2006) Habitat edge, land management, and rates of brood parasitism in tall-grass prairie. *Ecological Applications* 16: 687–695.
- Peig, J & AJ Green (2009) New perspectives for estimating body condition from mass / length data: the scaled mass index as an alternative method. *Oikos* 118: 1883–1891.
- Peig, J & AJ Green (2010) The paradigm of body condition: a critical reappraisal of current methods based on mass and length. *Functional Ecology* 24: 1323–1332.
- Pereira, P, & MÂ Marini (2015) An intratropical migratory passerine can quickly improve its physiological condition during post migration, reproduction and departure phases on the breeding site in the Cerrado. *Revista Brasileira de Ornitologia* 23: 428–436.
- Pérez-Arteaga, A, CC Martínez-Chávez & J Salgado-Ortiz (2019) Body condition of the Upland sandpiper (*Bartramia longicauda*) en route through central Mexico. *Ornitología Neotropical* 30: 73–

78.

- Phelps, LN & JO Kaplan (2017) Land use for animal production in global change studies: Defining and characterizing a framework. *Global Change Biology* 23: 4457–4471.
- Prior, GL, DM Evans, S Redpath & SJ Thirgood (2011) Birds bias offspring sex ratio in response to livestock grazing. *Biology Letters* 7: 958–960.
- Pyle, P (1997) Aging, sexing, and molt. Identification guide to North American birds, part 1: 1–6.
- Pyle, P (1998) Eccentric first-year molt patterns in certain tyrannid flycatchers. *Western Birds* 29: 39–45.
- Pyle, P, A Engilis & DA Kelt (2015) *Manual para estimar edad y sexo en aves del Parque Nacional Bosque Fray Jorge y Chile central, con notas sobre rangos de distribución y estación reproductiva*. Occasional Papers of The Museum of Natural Science, Louisiana State University, Baton Rouge, USA.
- R Core Team (2017) R: A language and environment for statistical computing. Versión 3.5.1.
- Ralph, CJ, GR Geupel, P Pyle, TE Martin & DF DeSante (1993) *Handbook of field methods for monitoring landbirds*. Pacific Southwest Research Station, Albany, USA.
- Rebollo, ME, AE Jahn, J Cereghetti, SA Pereyra Fernandez & JH Sarasola (2020) Nest-site selection and breeding success of two neotropical austral migrant birds in a semiarid forest: A comparison of sites with and without livestock. *Journal of Arid Environments* 177: 104121.
- Repenning, M & C Fontana (2011) Seasonality of breeding, moult and fat deposition of birds in subtropical lowlands of southern Brazil. *EMU*: 111: 268–280.
- Ricklefs, RE & DJT Hussell (1984) Changes in adult body mass associated with the nesting cycle in the European Starling. *Ornis Scand* 15: 155–161.
- Rioux Paquette, S, F Pelletier, D Garant & M Belisle (2014) Severe recent decrease of adult body mass in a declining insectivorous bird population. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences* 281: 20140649.
- Robinson, TP, PK Thornton, G Franceschini, RL Kruska, F Chiozza, F Notenbaert, A Cecchi, G Herrero, *et al.* (2011) *Global livestock production systems*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and International Livestock Research Institute (ILRI), Roma, Italia.
- Rosińska, K (2007) Biometrics and morphology variation within sex-age groups of Robins (*Erithacus rubecula*) migrating through the Polish Baltic Coast. *The Ring* 29: 91–106.
- Sánchez-Guzmán, JN, S Losada-Prado & M Moreno-Palacios (2018) Análisis de la condición corporal de aves Passeriformes en zonas secas del norte del Alto Valle del Magdalena, Colombia. *Caldasia* 40: 1–17.
- Sarasola, JH, LA Bragagnolo & RA Sosa (2005) Changes in woody plant structure in fire-disturbed Caldén Forest of the Parque Luro Reserve, Argentina. *Natural Areas Journal* 25: 374–380.
- Schmiegelow, FKA & M Monkkonen (2002) Habitat loss and fragmentation in dynamic landscapes: avian perspectives from the boreal forest. *Ecological Applications* 12: 375–389.
- Smith, JNM, TL Cook, SI Rothstein, SK Robinson & SG Sealy (eds) (2000) *Ecology and management of Cowbirds and their hosts*. University of Texas Press, Austin, USA.
- Soler, M (ed) (2017) *Avian brood parasitism: behaviour, ecology, evolution and coevolution*. Springer Nature, Cham, Germany
- Stewart, RLM, CM Francis & C Massey (2002) Age-related differential timing of spring migration within sexes in passerines. *Wilson Bulletin* 114: 264–271.
- Thomson, RL, G Tomás, JT Forsman, J Broggi & M Mönkkönen (2010) Predator proximity as a stressor in breeding flycatchers: Mass loss, stress protein induction, and elevated provisioning. *Ecology* 91: 1832–1840.
- Tichit, M, O Renault & T Potter (2005) Grazing regime as a tool to assess positive side effects of livestock farming systems on wading birds. *Livestock Production Science* 96: 109–117.
- Van Buskirk, J, RS Mulvihill & RC Leberman (2010) Declining body sizes in North American birds associated with climate change. *Oikos* 119: 1047–1055.
- Van Dijk, JGB, RAM Fouchier, M Klaassen & KD Matson (2016) Minor differences in body condition and immune status between avian influenza virus-infected and noninfected mallards: a sign of coevolution? *Ecology and Evolution* 5: 436–449.
- Vitousek, PM, HA Mooney, J Lubchenco & JM Melillo (1997) Human domination of earth's ecosystems. *Science* 277: 494–499.
- Wallis De Vries, MF, AE Parkinson, JP Dulphy, M Sayer & E Diana (2007) Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems . 4 . Effects on animal diversity. *Grass and Forage Science* 62: 185–197.
- Warton, DI, RA Duursma, DS Falster & S Taskinen (2012) smatr 3 - an R package for estimation and inference about allometric lines. *Methods in Ecology and Evolution* 3: 257–259.
- Wilcove, DS & M Wikelski (2008) Going, going, gone: Is animal migration disappearing. *PLoS Biology* 6: 1361–1364.
- Williams, GC (1966) Natural Selection, the costs of reproduction, and a refinement of Lack's principle. *The American Naturalist* 100: 687–690.
- Winkler, W & PE Allen (1995) Effects of handicapping on female condition and reproduction in Tree Swallows (*Tachycineta Bicolor*). *The Auk* 112: 737–747.
- Woodrey, MS & CR Chandler (1997) Age-related timing of migration: geographic and interspecific patterns. *Wilson Bulletin* 109: 52–67.
- Zurell, D, CH Graham, L Gallien, W Thuiller & NE Zimmermann (2018) Long-distance migratory birds threatened by multiple independent risks from global change. *Nature climate change* 8: 992–996.