

TRABAJO FIN DE GRADO

MENCIÓN BIOLOGÍA AMBIENTAL

DINÁMICA DE LA CARGA DE ÁCAROS DE LAS PLUMAS DE
VUELO DE LAS AVES URBANAS



Universidad Complutense de Madrid
Facultad de Ciencias Biológicas
Departamento de Zoología y Antropología Física

Presentado por:
Miriam Conde de Dios

Dirigido por:
Dra. Eva Banda Rueda

Julio 2016

*“La vida es una unión simbiótica y cooperativa
que permite triunfar a los que se asocian”*

Lynn Margulis

ÍNDICE

RESUMEN/ABSTRACT	<i>pag.02</i>
INTRODUCCIÓN	<i>pag.03</i>
MATERIALES Y MÉTODOS	<i>pag.05</i>
MUESTREO.....	<i>pag.05</i>
DATOS.....	<i>pag.06</i>
ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	<i>pag.08</i>
RESULTADOS	<i>pag.09</i>
DISCUSIÓN	<i>pag.14</i>
CONCLUSIÓN	<i>pag.17</i>
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	<i>pag.18</i>

Resumen

Los ácaros de las plumas de vuelo de las aves son animales simbioses que habitan en su hospedador ejerciendo un efecto positivo o neutro sobre el mismo. Adaptados al microclima conformado por las plumas del ave, variaciones ambientales pueden provocar cambios en la dinámica de los ácaros. Un aumento en la cantidad de ácaros se relaciona positivamente con un aumento de la humedad relativa, la cual se produce en la estación de más frío, el invierno. Sin embargo, las características de la especie de ave que los porta y sus hábitos de vida van a ser los más determinantes en la pérdida del número de ácaros en las plumas de vuelo y su consiguiente efecto sobre el hospedador.

Palabras clave: ácaros de las plumas, anillamiento de aves, humedad, simbiosis, comensalismo, mutualismo, estacionalidad, especie.

Abstract

Feathers mites of wings birds are symbionts who live in his host exercising a positive or neutral effect on the same one. Adapted to the microclimate shaped by the feathers of the bird, ambiental variations causes changes in the dynamics of life both of the mite and of its host. An increase in the quantity of mites was related to an increase in relative dampness, which takes place on the season of more cold, this is winter. However, the characteristics of bird species which we are and their habits will be much more decisive in the fluctuation of the number of mites in flight feathers and its consequent effect on the host.

Key words: feather mites, bird ringing, humidity, symbiosis, comensalism, mutualism, seasonality, specie.

Introducción

El clima es un factor influyente sobre los organismos vivos del planeta, tanto de forma directa (alteración del metabolismo y desarrollo) como de forma indirecta (alteración de hábitats e interacciones entre individuos). La estacionalidad provoca cambios en la dinámica de vida de las especies (Wiles *et al.*, 2000) debido a las fluctuaciones del ambiente (temperatura, humedad relativa, precipitación...) a lo largo del año. En ocasiones, esto puede llegar a provocar alteraciones en las especies, llegando a modificar relaciones entre individuos, como es el caso de una simbiosis (Moller *et al.*, 2013). La simbiosis trae consigo una relación estrecha entre los miembros que la componen, viéndose ambos afectados por cualquier perturbación (Margulis, 1998).

Una de estas simbiosis es la compuesta por las aves y los ácaros que se encuentran en sus plumas de vuelo (Atyeo & Gaud, 1979; Dabert & Mironov, 1998; Proctor & Owens, 2000; Proctor, 2002). Estos son ácaros astigmátidos (subclase Acari, suborden Astigmata) que aparecen representados en tres superfamilias: Analgoidea, Freyanoidea y Pterolichoidea, a su vez conformadas por 33 familias y 444 géneros descritos (Gaud & Atyeo, 1996). Su tamaño aproximado varía entre 0,3 y 0,7 mm, por lo que son ácaros macroscópicos superficiales, visibles a simple vista. Son arácnidos altamente especializados a vivir en el microclima que conforma el plumaje de vuelo del ave (Dabert & Mironov, 1999), además de artrópodos simbióticos permanentes que aparecen en especies de aves de todo el mundo (Gaud & Atyeo, 1996) y que viven única y exclusivamente en las plumas de vuelo de las aves, adaptadas tanto a la estructura del sustrato sobre el que se encuentran, como al estrés aerodinámico que supone su microhábitat (Proctor, 2002).

Debido a la fuerte especialización de estos ácaros al microclima que habitan (Gaud & Atyeo, 1996), es importante estudiar las alteraciones climáticas externas que puedan afectar tanto al hospedador como al simbiote que le acompaña (Kuttler *et al.*, 2007; Meléndez *et al.*, 2014; Moyer *et al.*, 2002). En las plumas de vuelo de las aves la humedad relativa es menor al 50%, y en el cuerpo de los ácaros varía entre el 15% y el 50%, encontrándose el óptimo entre el 10%-20%, un porcentaje muy bajo en comparación con otros ácaros de vida libre del mismo orden (Proctor, 2002). Su posición superficial en las plumas de vuelo, facilita la influencia sobre ellos de las condiciones externas, donde la humedad parece ser determinante

en su fisiología (Gaede K. & Knülle W., 1987; Proctor, 2002). El impacto que ejerce esta sobre los ácaros de las aves y sobre el microclima del plumaje de las mismas es notable (Moyer *et al.*, 2002), así como los cambios estacionales a lo largo del año (Wiles *et al.*, 2000). Teniendo estos factores en cuenta, es posible que la relación entre la carga de ácaros y las variaciones estacionales sea importante para esta relación de simbiosis.

Hoy en día el crecimiento poblacional urbano está asociado a una seria degradación de la calidad del ambiente, siendo el factor más latente de cambio antropogénico. El fenómeno más conocido es la llamada isla de calor urbano o UHI (*Urban Heat Island*), que hace referencia a la subida de las temperaturas y a la consiguiente bajada de humedad en las áreas urbanas con respecto a sus alrededores más rurales (Hage, 1975; Yow, 2007). El régimen anual de la humedad relativa en las regiones más internas de la península ibérica, como es el caso de la Comunidad de Madrid, presentaba unos valores medios mensuales cambiantes debido a que se alcanzaban los máximos (75-80%) en invierno y los mínimos (40-45%) en el periodo estival (Moreno, 2005).

Actualmente, y debido principalmente a la formación de la isla de calor urbano, las diferencias en la humedad relativa de la ciudad comienza a ser notable. Esto deja a la ciudad con un porcentaje de humedad relativa máxima anual en invierno del 71%, y mínima anual en verano de 38%. Estos valores indican una pérdida de humedad en el núcleo urbano en comparación con los ambientes más rurales que rodean a la capital (Hage, 1975; Moreno, 2005), donde la humedad relativa máxima es del 80% y la mínima del 40%. Esto podría tener consecuencias sobre una simbiosis como es la de las aves y los ácaros de sus plumas de vuelo, donde el vínculo que exista entre ambos va a ser importante.

La presencia de ácaros en las plumas de vuelo de las aves es muy común, pero la relación existente entre estos y sus hospedadores aún trae consigo una fuerte controversia (Díaz-Real *et al.*, 2014). Algunos estudios llegan a considerar a estos ácaros parásitos capaces de reducir la expresión de los caracteres sexuales secundarios en las aves (Harper, 1999), mientras que otros, por el contrario, llegan a considerar a estos ácaros beneficiosos para la condición física de sus hospedadores (Blanco *et al.*, 1997; Proctor & Owens, 2000; Rózsa, 1997), dando a entenderlo como una relación mutualista. Investigaciones más recientes consideran que la relación entre los ácaros y su hospedador tiende hacia el comensalismo

(Blanco *et al.*, 2001; Dowling *et al.*, 2001; Proctor, 2002), una simbiosis donde los primeros se benefician de la relación y los segundos se mantienen indiferentes.

Considerando el beneficio positivo o neutro que acarrea esta simbiosis para el hospedador, y que los ácaros de las plumas de vuelo de las aves se han tenido que adaptar a unas condiciones muy concretas del microclima en el que aparecen (Proctor, 2002), nos encontramos ante un fuerte indicativo de que cualquier posible perturbación pueda afectar al ciclo de vida del ácaro como simbiote y, por consiguiente, pueda llegar a afectar al hospedador en el que se encuentra. Además, los propios hábitos del hospedador van a influir sobre la dinámica de vida de los ácaros que habitan en el (Krasnov *et al.*, 2009), donde cualquier alteración podrá modificar la carga de ácaros, estando relacionado de manera más o menos directa con cambios estacionales, temporales o medioambientales.

El objetivo de este trabajo es estudiar la dinámica de la carga de ácaros de las aves en un medio urbano y el porqué de dicha dinámica. Se pretende analizar la alteración que provoca la estacionalidad en un ambiente urbano, como es la ciudad de Madrid, sobre los ácaros de las plumas de vuelo de las aves, teniendo en cuenta la variación en la humedad relativa media mensual a lo largo del año, y otros factores como puede ser la especie o el tiempo transcurrido entre capturas. Todo esto bajo el supuesto de que los cambios estacionales van a influir en los ácaros de alguna forma. Nuestra hipótesis de partida es que las aves, al estar en un medio urbano, pueden perder totalmente la carga de ácaros. También puede ocurrir que pierdan, ganen o mantengan la carga de ácaros y en ello podrían influir factores ambientales, temporales o intrínsecos de la propia especie.

Materiales y métodos

Muestreo

El anillamiento científico de aves ha sido la herramienta que nos ha permitido la obtención de los datos para llevar a cabo este estudio. Esta actividad consiste en la colocación de una anilla metálica en el tarso de aves silvestres capturadas con el objetivo de individualizar a las mismas con un código alfanumérico único en el mundo (Banda *et al.*,

2011). En el anillamiento es importante adecuar el tamaño y material de las anillas a cada especie y a sus hábitos (Pinilla, 2000).

La captura de las aves para su individualización se lleva a cabo mediante redes japonesas o redes de niebla, pensadas especialmente para la captura de animales voladores. Son redes de nylon negro, lo que favorece la captura de las aves siendo prácticamente invisibles para ellas al situarlas en zonas boscosas o arbustivas. Las redes empleadas son de 12 m de longitud y 2,5 m de altura, con una luz de maya de entre 2 y 2,5 cm (Ralph *et al.*, 1996), adecuada para la captura de las aves paseriformes que nos interesan.

Tras su captura y toma de una serie de datos sobre la condición física del animal y de algunos parámetros biométricos, el ave se libera. Uno de los parámetros tomados es la presencia o ausencia de parásitos externos o ectoparásitos, concretamente los localizados en las plumas de vuelo de las aves. Estos son ácaros macroscópicos (de entre 0,3 y 0,7 mm), por lo que su conteo se lleva a cabo a simple vista (Pinilla, 2000), colocando el ala del ave a contraluz para favorecer su visionado. Se observaron y contaron únicamente los ácaros que se encontraron en una de las alas del ave, teniendo en cuenta la simetría que presentan las aves en la distribución de los ácaros en sus plumas de vuelo entre ambas alas (Fernández-González S *et al.*, 2015), revisando meticulosamente todas las plumas de la misma.

La metodología científica estandarizada es clave para permitir la comparación de los datos a lo largo del tiempo (Ralph *et al.*, 1996), de ahí que el anillamiento de aves se lleve a cabo en lo que se denomina Estación de Esfuerzo Constante o CES (*Constant Effort Site*). Estas estaciones traen consigo el anillamiento de las aves y su seguimiento de forma metódica durante un periodo de tiempo prolongado. El número de redes empleadas y su ubicación en la estación van a ser siempre constantes para permitir un régimen de trampeo regular. Del mismo modo, las redes deben abrirse siempre a la hora oficial del amanecer local y funcionar durante al menos las 4 horas siguientes, revisándolas cada hora (Ralph *et al.*, 1996).

Datos

Los datos utilizados se recogieron de forma periódica, desde el año 2005 hasta el año 2014 (ambos inclusive), durante el anillamiento científico de aves (Pinilla, 2000) llevado a

cabo en diferentes CES de la Comunidad de Madrid. Concretamente, se utilizaron datos obtenidos en 4 estaciones de anillamiento urbanas, todas situadas en parques y jardines urbanos de la Comunidad de Madrid:

- Casa de Campo (Encinar de San Pedro)
- Dehesa de la Villa
- Real Jardín Botánico Alfonso XIII
- Parque del Oeste

Para este estudio consideramos todas las estaciones como una sola, teniendo en cuenta los datos obtenidos con el anillamiento científico de todas ellas por igual.

De todos los parámetros tomados en una jornada de anillamiento, seleccionamos el número de ácaros observados en las plumas de vuelo de las aves como dato principal, así como la fecha en las que el ave fue anillada o recuperada con anilla. Las recuperaciones van a ser clave a la hora de comparar la variación que pudiera existir en la cantidad de estos ácaros. De esta forma conocemos la cantidad de ácaros de las plumas de vuelo de un ave capturada en un momento determinado (captura), y si esa cantidad ha variado o no con el paso de un tiempo determinado (recaptura).

Partimos de una base de datos de 1159 individuos y 30 especies diferentes, y seleccionamos únicamente aquellas especies con más de 20 individuos con alguna variación en el número de ácaros entre captura y recaptura. Por esta razón, sólo pudimos seleccionar 3 especies, *Eritacus rubecula*, *Sylvia atricapilla* y *Passer montanus*, con 169 individuos. Fueron descartados aquellos individuos en los que el tiempo transcurrido entre su captura y su recaptura no era mayor a 90 días, evitando así el sesgo en los resultados derivado de un tiempo prolongado entre capturas, que podrían ser de hasta 3 años. Finalmente fueron descartados, aquellos individuos en los que no había variación en la carga de ácaros o era 0 en todo momento, seleccionando un total de 110 individuos.

Para poder analizar el efecto de la estacionalidad sobre la carga de ácaros, tuvimos en cuenta exclusivamente la humedad relativa (%), consultando los datos proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), con los valores medios de humedad relativa mensual a lo largo de los años de estudio en la estación meteorológica del Parque del Retiro, dada su cercanía a las estaciones donde hemos realizado el estudio.

Esta estación, al ser urbana y encontrarse en un gran parque, nos permite establecer los parámetros de humedad como similares para nuestras áreas de estudio. La situación tan próxima al núcleo urbano de todas las estaciones de anillamiento, las convierte en estaciones donde la ciudad no es la máxima influencia en su ambiente, pero si ejerce una fuerte presión debida al régimen de vientos procedentes de la misma (Montoya, 2014). Esto implica que fuertes cambios en el ambiente urbano de la ciudad pueden traer consigo consecuencias sobre los parques que contiene y que la rodean.

No se tuvieron en cuenta otros datos que podrían influir en la estacionalidad, como puede ser la temperatura o la precipitación. La temperatura influye en la actividad de los ácaros, encontrando su punto álgido a los 40°C y llegando a inmovilizarse con temperaturas por debajo de los 15°C, pero no necesariamente induce pérdida o ganancia de los mismos (Proctor, 2003). Además, la fuerte relación estacional de la temperatura con la humedad relativa nos permite utilizar a esta última como modelo de ambas. Del mismo modo se descartó la precipitación, ya que el anillamiento científico se evita en días de lluvia (Pinilla, 2000) dado que puede afectar a la supervivencia de las aves capturadas.

Análisis estadísticos

Para comprobar si existía variación significativa en la carga de ácaros entre el momento de captura y el de recaptura (ganancia, pérdida o mantenimiento), se realizó la prueba de Wilcoxon, la cual nos permite comparar dos muestras relacionadas entre sí y determinar si existen diferencias significativas entre ellas. En este caso, utilizamos la base de datos que incluía variación (ganancia y pérdida) y mantenimiento en el número de ácaros (169 individuos).

Se llevó a cabo un análisis de la varianza (ANOVA), para comprobar si existía variación significativa en la humedad relativa (%) a lo largo del año, utilizando los datos de las medias mensuales de todos los años de estudio. Además, un análisis Post-Hoc, realizado mediante la prueba de Tukey, nos permitió conocer las interacciones que pudieran existir entre los meses del año en base a la humedad relativa media, y así poder categorizar los datos en distintos periodos del año según la humedad (invierno, verano...), lo que facilitaba su

estudio. Se comprobó a su vez si las capturas y las recapturas se encontraban en periodos diferentes o se mantenían en un mismo periodo.

Se estudió por una parte la variación en la ganancia y por otra parte la variación en la pérdida de ácaros. Para ello se realizaron 2 modelos lineales generalizados (GLM), en los que se analizó si la variación en el número de ácaros está relacionada con la humedad, los días transcurridos entre capturas, la especie o el periodo de captura. Por tanto, la variable respuesta es la variación en el número de ácaros (Variación ácaros), ya sea creciente por un lado, o decreciente por otro. Se tomó como variable continua los días transcurridos entre capturas (Días) y los factores o variables categóricas fueron las especies utilizadas para el estudio (Especie) y el periodo de captura (el de recaptura se mantuvo significativamente en el mismo periodo de captura, por lo que no se tuvo en cuenta; ver Resultados).

Para llevar a cabo los análisis se ha utilizado la herramienta STATISTICA 10 de StatSoft, donde todos los resultados obtenidos serán significativos con una p menor a 0,05.

Resultados

De los 169 individuos de las 3 especies seleccionadas encontramos un total de 72 que ganan ácaros, y 97 que los pierden. Tras descartar los individuos en los que habían pasado más de 90 días entre capturas, nos quedamos con un total de 110 individuos: 55 de *Erithacus rubecula* (ERIRUB), 30 de *Sylvia atricapilla* (SYLATR) y 25 de *Passer montanus* (PASMON).

No existe una variación significativa en la carga de ácaros entre la captura y la recaptura del individuo (Prueba de Wilcoxon; $Z_{110} = 1,6984$; $p = 0,089$), es decir, no se observa una pérdida significativa de ácaros, como esperábamos con nuestra hipótesis inicial, ni tampoco una ganancia. El número de individuos que ganan ($n = 54$) y que pierden ácaros ($n = 56$) es similar, por lo que los consideramos por separado para analizar los factores que influyen en ello.

Se ha observado una variación de la humedad relativa media mensual (%) a lo largo del año, encontrando una fuerte significación ($F_{(11,157)} = 37,949$; $p < 0,0001$) en la relación establecida entre esta humedad relativa (%) y los meses del año (Figura 1).

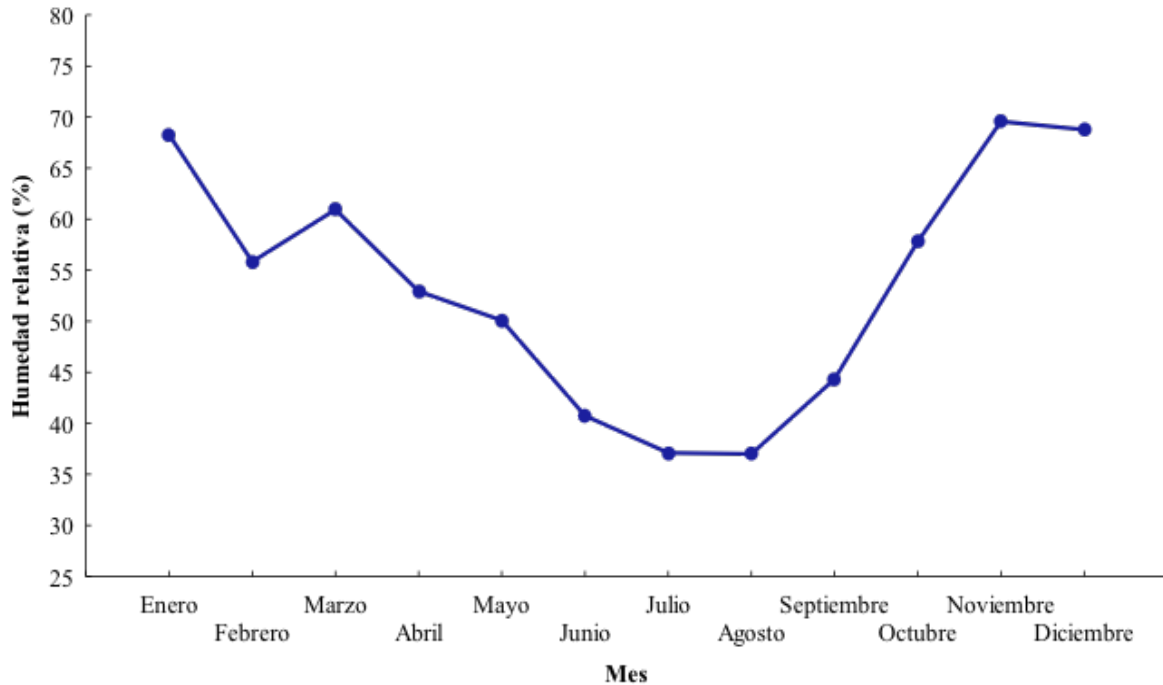


Figura 1. Representación de los cambios en la humedad relativa media mensual (%) a lo largo del año, utilizando la media de las humedades relativas medias (%) de cada mes durante los años de recogida de los datos (2005-2014).

Con el análisis Post-Hoc hemos podido comprobar las interacciones entre los meses del año, pudiendo establecer tres periodos (Tabla 1) en el año con respecto a la humedad relativa (%) de los mismos. El periodo 1 o invernal, se corresponde con los meses de enero, noviembre y diciembre, mientras que el periodo 3 o estival coincide con los meses de junio, julio y agosto. El periodo 2, pertenece al otoño y a la primavera, dos estaciones similares en cuanto a la humedad relativa e intermedias entre los periodos 1 y 3.

Gracias a los resultados obtenidos podemos considerar el periodo de captura establecido (Tabla 1) como una variable que represente a su vez la humedad relativa en ese momento del año.

PERIODO	MESES												
1	E											N	D
2		F	M	A	M				S	O			
3						J	J	A					

Tabla 1. Periodos 1, 2 y 3 diferenciados en base a la similitud de la humedad relativa media mensual a lo largo del año.

Hemos podido observar que la mayor parte de las capturas y las recapturas se encuentran situadas en el mismo periodo ($F_4 = 0,8315$; $p = 0,5118$), y utilizamos por ello el momento de captura como representación de ambos, puesto que no existen diferencias significativas entre el periodo de las capturas y el periodo de las recapturas.

El estudio de la variación en el número de ácaros teniendo en cuenta sólo aquellos que ganan ácaros muestra que tanto la especie ($F_2 = 5,8320$; $p = 0,0054$) como el periodo de captura ($F_2 = 3,6488$; $p = 0,0336$) son las variables que influyen de forma significativa sobre esta modificación (Figuras 2 y 3). En cambio, la cantidad de días que han pasado entre captura y recaptura no es significativa ($F_1 = 0,5182$; $p > 0,05$), por lo que no influye sobre la ganancia de ácaros.

En cuanto al periodo de captura (Figura 2), se observa una clara diferencia en la ganancia de ácaros del periodo 1 con respecto a los periodos 2 y 3, por lo que es en invierno cuando aumenta el número de ácaros.

Si observamos la variación de ácaros respecto a la especie (Figura 3), destaca la *Sylvia atricapilla* (Curruca capirotada) como la que más ácaros gana de las tres especies elegidas en un rango máximo de 90 días, mientras que *Erithacus rubecula* (Petirrojo) y *Passer montanus* (Gorrión molinero) tienen una ganancia más igualitaria y menor que la primera.

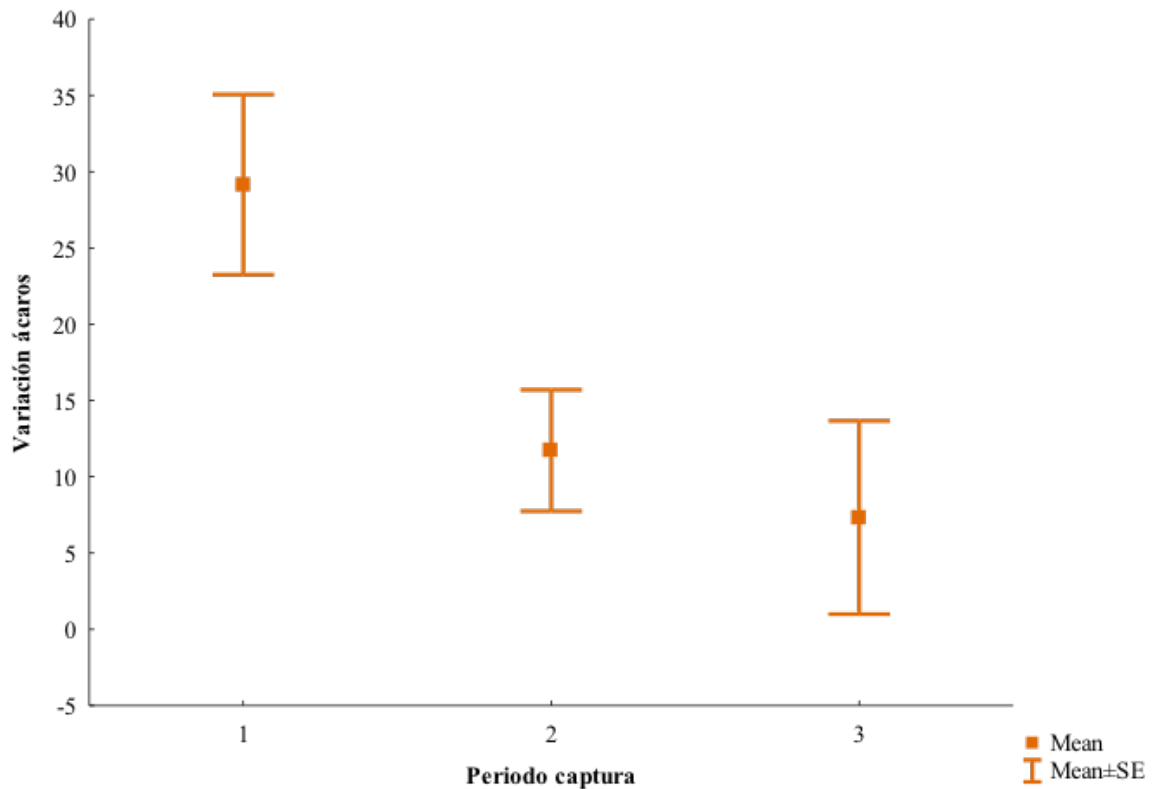


Figura 2. Variación (ganancia) del número de ácaros en cada uno de los periodos (1, 2 y 3) establecidos en los individuos que presentan un crecimiento de la carga de ácaros.

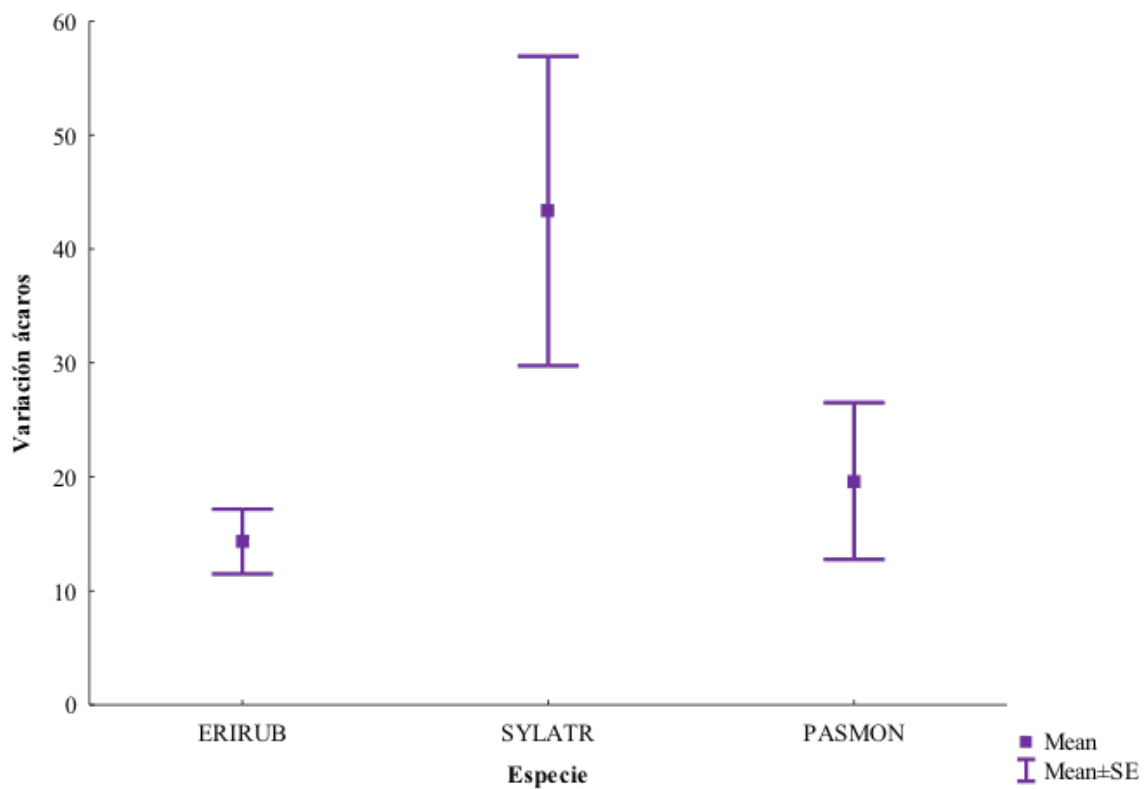


Figura 3. Variación (ganancia) del número de ácaros por especies: *Erithacus rubecula* (ERIRUB), *Sylvia atricapilla* (SYLATR) y *Passer montanus* (PASMÓN).

El estudio de la variación en el número de ácaros teniendo en cuenta sólo aquellos que pierden ácaros muestra que únicamente la especie ($F_2 = 11,7189$; $p = 0,0000$) influye en dicha variación. Esto quiere decir, que de todas las variables incluidas en el modelo, la especie es el único factor que afecta a la variación en el número de ácaros, mientras que el periodo de captura ($F_2 = 2,5833$; $p > 0,05$) y los días transcurridos entre ambas capturas ($F_1 = 0,2529$; $p > 0,05$) no es significativo. Sabiendo esto, podemos observar y analizar las diferencias entre especies en cuanto a esta pérdida en el número de ácaros (Figura 4).

Si consideramos la pérdida (Figura 4) de ácaros, esta es notablemente mayor en *Passer montanus* (Gorrión molinero), mientras que *Erithacus rubecula* (Petirrojo) y *Sylvia atricapilla* (Curruca capirotada) tienen una pérdida que no difiere entre ellas, pero que por el contrario es mucho inferior a la del gorrión molinero.

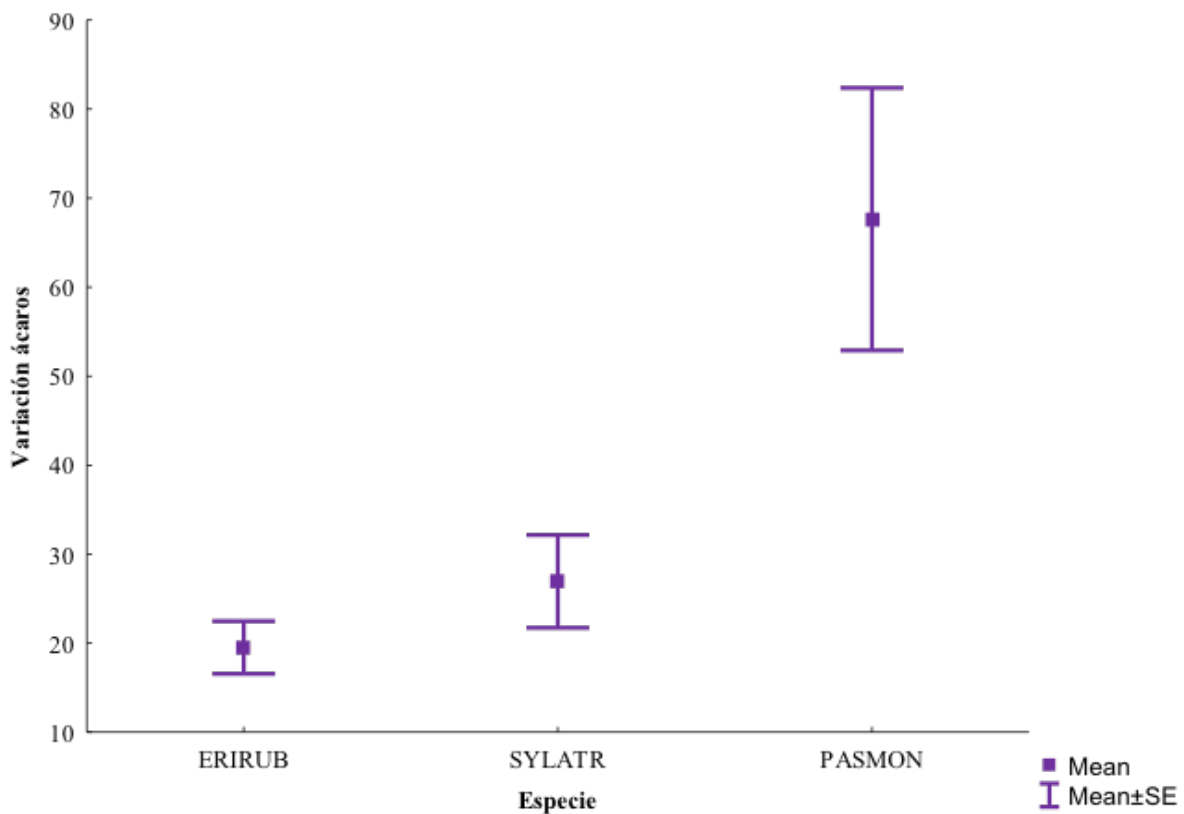


Figura 4. Variación (pérdida) del número de ácaros por especies: *Erithacus rubecula* (ERIRUB), *Sylvia atricapilla* (SYLATR) y *Passer montanus* (PASMÓN).

Discusión

La dinámica de la carga de ácaros de las plumas de vuelo de las aves en medio urbano es cambiante a lo largo del año. Los cambios estacionales derivan en cambios en el microclima de las plumas de vuelo (Wiles *et al.*, 2000), afectando a la humedad relativa del mismo y, por lo tanto, a los ácaros que habitan en ellas, alterando el ambiente óptimo para la supervivencia de los mismos (Atyeo & Gaud 1979; Proctor, 2000). Esto podría provocar alteraciones en la dinámica de vida habitual del ácaro, llegando a afectar al hospedador (Moller *et al.*, 2013). Además, existen diferencias claras en la humedad relativa que encontramos en la ciudad, con respecto a la que encontramos en un medio rural (Yow, 2007), lo que va a incrementar el efecto que pueda tener la bajada de humedad en medio urbano sobre los ácaros.

A pesar de tener variables que afectan a la carga de ácaros provocando que esta aumente o disminuya, la variación en general del número de ácaros entre captura y recaptura no es significativa. La cantidad de individuos que ganan ácaros es muy similar a la cantidad que los pierden, y la estabilidad de las condiciones en los momentos entre capturas no nos permite reconocer ninguna modificación en la carga de ácaros que pudiese afectar al alguna forma al hospedador, pero sí la relación entre el ambiente y el crecimiento o decrecimiento de la carga de ácaros.

Tal y como hemos visto en este estudio, un parámetro ambiental como es la humedad relativa, se relaciona positivamente con la ganancia de ácaros, sin tener influencia sobre la pérdida de los mismos. Por lo tanto, la humedad va a favorecer la dispersión y reproducción de los ácaros en las estaciones del año donde su porcentaje sea elevado (Gaede & Knülle, 1987), mientras que en otras estaciones la ganancia será menor.

Considerando aquellos individuos en los que existe una ganancia de ácaros entre captura y recaptura, el periodo, y por lo tanto la humedad relativa, es un factor influyente para esta variación en el número de ácaros. El periodo 1, época de más humedad relativa en el ambiente, destaca como el momento de mayor ganancia de ácaros de nuestras especies hospedadoras. Esto se debe principalmente a la sincronización que han adquirido los ácaros

con la migración de los hospedadores que realizan este movimiento, tanto en su dispersión como en su reproducción (Blanco & Frías, 2001).

La preparación para la migración supone un rápido incremento en las medidas de la condición física del ave, incrementando el uso de la glándula uropigial (Galván *et al.*, 2008) y, por consiguiente, la disponibilidad de alimento para los ácaros, los cuales aprovechan esto para reproducirse y aumentar su número. El hecho de que la humedad influya sobre el microclima de las plumas de vuelo de las aves va ser importante para conocer el efecto o la presión que ejercen los ácaros sobre el hospedador. Un descenso en la humedad reduce esa presión, y un aumento la eleva, por lo que el microclima que conforma las plumas de vuelo no es suficiente para “proteger” a los ácaros ante estos cambios (Moyer *et al.*, 2002). Por ello, observamos que la humedad relativa en el periodo 1 favorece un crecimiento la carga de ácaros del hospedador.

Diferenciando entre aquellos que ganan ácaros y aquellos que los pierden, encontramos otra variable que influye de alguna manera en ambos casos. En las dos vertientes tenemos como significativa la influencia que tiene la especie ante la que nos encontremos sobre la variación en el número de ácaros, ya sea creciente o decreciente. La ganancia o la pérdida de ácaros teniendo en cuenta la variable especie, está posiblemente relacionado con el tipo de muda que realizan, diferenciando entre muda completa y muda parcial. Es decir, existe una relación entre la variación del número de ácaros y alguna de las características propias que definen a la especie, como puede ser la muda.

Los ácaros se han adaptado al momento de la muda moviéndose de unas plumas a otras, reconociendo aquella que vaya a caerse. Existen dos hipótesis, una basada en la vibración creciente de la pluma próxima a caerse, y otra basada en la alteración del flujo de aire que pasa sobre la pluma que se va a perder (Jovani & Serrano 2001). En cualquier caso, son capaces de “escapar” de la pluma que vaya a perderse para sobrevivir en aquella que se mantenga.

El proceso de muda adquiere diferentes estrategias a lo largo del año, pudiendo encontrar especies en las cuales los adultos mudan el plumaje después del periodo de reproducción (muda post-nupcial) y donde los juveniles, con el fin de obtener un ahorro energético, solo cambian el plumaje después del verano (muda post-juvenil). Por otro lado,

existen aves en las que tanto jóvenes como adultos mudan completamente su plumaje (muda completa), mientras que en otros casos se muda parte del mismo (muda parcial)

En el caso de ganancia de ácaros, nos encontramos con la curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*) como especie destacada. Esta especie, realiza una muda post-nupcial completa, pero la muda post-juvenil es parcial, e incluso algunos ejemplares tienen una muda pre-nupcial entre diciembre y marzo (Svensson, 1996). Una muda parcial permite a los ácaros trasladarse a aquellas plumas que no se van a mudar, asegurando de este modo su supervivencia (Jovani & Serrano 2001). A mayor número de ácaros que sobrevivan a la muda, mayor número de ácaros podrán reproducirse y dispersarse posteriormente.

La curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*) es una especie principalmente migradora (Svensson, 1996), aunque se pueden encontrar algunas poblaciones sedentarias. Las aves migradoras traen consigo una carga de ácaros significativamente mayor que la que se aprecia en aves sedentarias (Galván *et al.*, 2008; Moyer *et al.*, 2002), de ahí que en especies como la curruca capirotada se aprecie un aumento en el número de ácaros coincidiendo su migración y/o invernada con el periodo 1. En esta especie, los ácaros de las plumas de vuelo se relacionan positivamente con la longitud del ala en aves migradoras y con el tamaño de la glándula uropigial en sedentarias (Fernández-González *et al.*, 2013). El tamaño de la glándula uropigial va a influir en la cantidad de ácaros al ser el alimento principal de estos (Galván & Sanz, 2006; Galván *et al.*, 2008). Tanto en las curruccas migradoras, como en las curruccas sedentarias, es destacable el aumento en el número de ácaros de sus plumas de vuelo. Especies migradoras, por tanto, se ven favorecidas con una carga mayor, mientras que especies sedentarias tienden a ganar menos cantidad.

Si tenemos en cuenta a los individuos que pierden ácaros, vemos que en este caso la única variable que afecta a la variación en el número de ácaros es la especie. Así, se observa que la especie que más ácaros pierde en el tiempo establecido es el gorrión molinero (*Passer montanus*). Esta especie es la única de las tres elegidas en la que sus individuos realizan una muda tanto post-nupcial como post-juvenil completa (Svensson, 1996), por lo que es más complicado para los ácaros mantenerse en las plumas de vuelo y “escapar” de las plumas que se vayan a mudar (Jovani & Serrano 2001). Si bien es cierto que los ácaros se han adaptado igualmente a esta muda moviéndose de una pluma a otra (Jovani & Serrano 2001), es más

fácil sobrevivir a una muda parcial, en la que habrá plumas que se mantengan sin mudar, que a una muda completa, en la que se cambian todas las plumas de vuelo.

Tanto los cambios estacionales como la especie son, por lo tanto, factores que influyen sobre la carga de ácaros de alguna manera. Si tenemos en cuenta que los ácaros tienen un efecto positivo sobre el hospedador, el tener una cantidad de ácaros creciente va a favorecer al propio individuo, mientras que una cantidad decreciente va a ser perjudicial. Sólo los individuos que ganan ácaros en el tiempo establecido se ven influidos por el factor ambiental humedad. La pérdida en cambio depende únicamente de la especie, por lo que los cambios estacionales no van a influir sobre los ácaros.

Conclusión

En definitiva, la dinámica de los ácaros de las plumas de vuelo de las aves urbanas parece depender principalmente de la identidad y hábitos del hospedador, y de forma más concreta, de la estacionalidad. Sería interesante realizar este estudio en aves rurales, para comprobar si siguen la misma dinámica, además de analizar el efecto del cambio climático sobre esto en distintos ambientes.

Referencias bibliográficas

- Atyeo, W.T. & Gaud, J. 1979. Feather mites and their hosts. *Recent Advances in Acarology*, 2: 355-361.
- Banda, E., Serradilla, A. I. & Escudero, E. 2011. Siete millones de datos para conocer las aves. *Aves y Naturaleza*, 6: 30-33.
- Blanco G. & Frías O. 2001. Symbiotic feather mites synchronize dispersal and population growth with host sociality and migratory disposition. *Ecography*, 24: 113-120.
- Blanco G., Tella J.L. & Potti J. 1997. Feather mites on group-living Red-billed Choughs: a non-parasitic interaction?. *Journal of Avian Biology*, 28: 197-206.
- Blanco, G., Tella, J. L., Potti, J. & Baz, A. 2001, Feather mites on birds: costs of parasitism or conditional outcomes?. *Journal of Avian Biology*, 32: 271–274.
- Brooks D.R. & Hoberg E.P. 2007. How will global climate change affect parasite-host assemblages? *Trends in parasitology*, 23: 571-574.
- Dabert J. & Mironov S.V. 1999. Origin and evolution of feather mites (Astigmata). *Experimental and Applied Acarology*, 23: 437-454.
- Díaz-Real J., Serrano D., Pérez-Tris J., Fernández-González S., Bermejo A., *et al.* 2014. Repeatability of Feather Mite Prevalence and Intensity in Passerine Birds. *Plos One*, 9 (9): e107341.
- Dowling D.K., Richardson D.S. & Komdeur J. 2001. No effects of a feather mite on body condition, survivorship, or grooming behavior in the Seychelles warbler, *Acrocephalus sechellensis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 50: 257-262.

Fernández-González S., Pérez-Rodríguez A., de la Hera I., Proctor H. & Pérez-Tris J. 2013. Divergent host phenotypes create opportunities and constraints on the distribution of two wing-dwelling feather mites. *Oikos*, 122: 1227-1237.

Fernández-González S., Pérez-Rodríguez A., de la Hera I., Proctor H. & Pérez-Tris J. 2015. Different space preferences and within-host competition promote niche partitioning between symbiotic feather mite species. *International Journal for Parasitology*, 45: 655-662.

Gaede K. & Knülle W. 1987. Water Vapour Uptake from the Atmosphere and Critical Equilibrium Humidity of a Feather Mite. *Experimental & Applied Acarology*, 3: 45-52.

Galván I. & Sanz J.J. 2006. Feather mite abundance increases with uropigial gland size and plumage yellowness in Great Tits *Parus major*. *Ibis*, 148: 687-697.

Galván I., Barba E., Piculo R., Cantó J.L., Cortés V. Monrós J.S., Atiénzar F. & Proctor H. 2008. Feather mites and birds: an interaction mediated by uropygial gland size?. *Journal of Evolution Biology*, 21: 133-144.

Gaud J. & Atyeo T. 1996. *Feather mites of the world (Acarina, Astigmata): The supraespecific taxa*. 436 págs. Musee Royal de l'Afrique Centrale.

Hage K.D. 1975. Urban-Rural Humidity Differences. *Journal of Applied Meteorology*, 14: 1277-1283.

Harper D.G.C. 1999. Feather mites, pectoral muscle condition, wing length and plumage coloration of passerines. *Animal Behaviour*, 58: 553-562.

Jovani R. & Serrano D. 2001. Feather mites (Astigmata) avoid moulting wing feather of passerine birds. *Animal Behaviour*, 62: 723-727.

Krasnov B.R., Korralo-Vinarskaya N.P., Vinarski M.V., Shenbrot G.I., Mouillot D. & Poulin R. 2008. Searching for general patterns in parasite ecology: host identity versus environmental influence on gamasid mite assemblages in small mammals. *Parasitology*, 135: 229-242.

Kuttler W., Weber S., Schonfeld J. & Hesselschwerdt A. 2007. Urban/rural atmospheric water vapour pressure differences and urban moisture excess in Krefeld, Germany. *International Journal of Climatology*, 27: 2005-2015.

Margulis L. 1998. *Symbiotic planet: a new look at evolution*. 156 págs. Library Journal. Massachusetts.

Meléndez L., Laiolo P., Mironov S., García M., Magaña O. & Jovani R. 2014. Climate-Driven Variation in the Intensity of a Host-Symbiont Animal Interaction along a Broad Elevation Gradient. *Plos One*, 9 (7): e101942

Moller A.P., Merino S., Soler J.J., Antonov A., Badás E.P. *et al.* 2013. Assessing the Effects of Climate on Host-Parasite Interactions: A Comparative Study of European Birds and Their Parasites. *Plos One*, 8 (12): e82886.

Montoya C.M., Alzate G., *et al.* 2014. *Clasificación Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire*. 11 págs. Área metropolitana Valle de Aburrá. Colombia.

Moreno J.M., Aguiló S., Álvarez M., Anadón R., Ballester F., *et al.* 2005. *Evaluación preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*. 822 págs. Universidad de Castilla-La Mancha y MIMAM. Madrid.

Moyer B.R., Drown D.M. & Clayton D.H. 2002. Low humidity reduces ectoparasite pressure: implications for host life history evolution. *Oikos*, 97: 223-228.

Pinilla, J. (Coord.). 2000. *Manual para el anillamiento científico de aves*. 163 págs. SEO/BirdLife y DGCN-MIMAM. Madrid.

Proctor H. & Owens I. 2000. Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 15: 358-364.

Proctor H. 2002. Feather Mites (Acari: Astigmata): Ecology, Behavior, and Evolution. *Annual Review of Entomology*, 48: 185-209.

Ralph, C. J., Geupel, G.R., Pyle, P., Martin, T.E., DeSante, D.F. & Milá, B. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. 44 págs. Gen. Tech. Rep. PSWGTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

Rózsa L. 1997. Wing-feather mite (Acari: Proctophyllodidae) abundance correlates with body mass of passerine hosts: a comparative study. *Canada Journal of Zoology*, 75: 1535-1539.

Soto D, de la Riva D.G. & Mullens B.A. 2015. Temperatura governs on-host distribution of the northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* (Acari: Macronyssidae). *Journal of Parasitology*, 101 (1): 18-23.

Svensson, L. 1996. *Guía para la identificación de los paseriformes europeos*. 404 págs. SEO/BirdLife. Madrid.

Wiles P.R., Cameron J., Behnke J.M., Hartley I.R., Gilbert F.S. & McGregor P.K. 2000. Season and ambient air temperature influence the distribution of mites (*Proctophyllodes stylifer*) across the wings of blue tits (*Parus caeruleus*). *Canadian Journal of Zoology*, 78 (8): 1397-1407.

Yow DM. 2007. Urban heat islands: Observations, impacts, and adaptation. *Geography Compass*, 1 (6): 1227-1251.