

Comunicaciones breves

EFFECTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y USUARIOS DE PARQUES URBANOS EN LAS POBLACIONES DE LA PALOMA *COLUMBA LIVIA* (COLUMBIFORMES: COLUMBIDAE) EN COSTA RICA (2014-2020)

CAROLINA SEAS^{1*}, SERGIO GABRIEL QUESADA-ACUÑA¹ Y ZAIDETT BARRIENTOS¹

¹Universidad Estatal a Distancia, Vicerrectoría de Investigación, Laboratorio de Ecología Urbana.
Apartado postal 2050 San José, Costa Rica.

*cseas@uned.ac.cr

RESUMEN- La paloma doméstica (*Columba livia*) es una especie común en los parques urbanos de la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica, donde se conoce muy poco sobre sus poblaciones. El objetivo de esta investigación fue estimar las poblaciones de palomas en el año 2020, compararlas con estimaciones propias del 2014 y evaluar los posibles efectos de la infraestructura y utilización antrópica sobre las poblaciones de palomas. Visitamos siete parques urbanos en los periodos 2014-2015 y 2019-2020, realizando conteos con el método de fotografías panorámicas. Analizamos una variable de infraestructura (cobertura vegetal) y tres variables de utilización antrópica (tránsito y permanencia de personas, eventos de alimentación y presencia de vendedores). En el periodo hubo un aumento significativo en la población de palomas del Parque Central de Alajuela, una disminución en la Plaza de la Cultura en San José y no hubo cambios en los otros cinco parques. Encontramos correlaciones positivas de la población de palomas con los eventos de alimentación y la presencia de vendedores de alimento. Los cambios en el tamaño poblacional de *C. livia* refleja la disponibilidad de alimento provisto por los humanos para las palomas de forma directa o indirecta.

PALABRAS CLAVE: *alimentación artificial, aves urbanas, contaminación, especies urbanas, plagas*

ABSTRACT- The Rock pigeon (*Columba livia*) is a common species in urban parks of the Greater Metropolitan Area of Costa Rica, where control campaigns have failed and little is known about the bird's populations. Our goals were to compare population size in 2020 with our own estimates from 2014, and to evaluate several hypotheses about possible effects of infrastructure and anthropic use on the pigeons. We visited seven urban parks in 2014-2015 and 2019-2020, counting birds with the Panoramic Photographs Method. We analyzed an infrastructure variable (vegetation cover) and three anthropic variables (visitors, feeding and pigeon feed vendors). Over time, there was a pigeon population increase in Alajuela Central Park, a decrease in Plaza de la Cultura, and no change in the other five parks. We found positive correlations between the pigeon population, feeding events and presence of feed vendors. Changes in the population size of *C. livia* reflect the availability of food directly and indirectly provided by humans.

KEYWORDS: *artificial feeding, pests, pollution, urban birds, urban species*

Recibido: 30 de junio de 2022; Aceptado: 17 de noviembre 2022

La Paloma de Castilla o Paloma Doméstica (*Columba livia*, Columbiformes: Columbidae) es una de las especies mejor adaptadas a los hábitats urbanos y se encuentra en casi todas las ciudades del mundo (Tang et al. 2018, Baldaccini 2020). Sus poblaciones acostumbran concentrarse alrededor de plazas, edificios y parques, donde consiguen espacios disponibles para anidación. Además, allí hay poca cantidad de depredadores naturales y abundancia de alimento que no requiere de mayores desplazamientos, siendo

todas estas condiciones las que les permiten reproducirse durante todo el año (Przybylska et al. 2012, Stock y Haag-Wackernagel 2016, Baldaccini 2020, Soh et al. 2021). Se considera que la alimentación es uno de los factores principales que determinan la permanencia y abundancia de *C. livia* en ciudades, pues han modificado su dieta original basada en granos y semillas para adaptarse a ambientes urbanos donde tienen una fuerte dependencia por la comida antropogénica, aprovechando fuentes alimenticias

intencionales o incluso desechos (Stock y Haag-Wackernagel 2016, Spennemann y Watson 2017, Coogan et al. 2018, Tang et al. 2018, Soh et al. 2021).

El estudio de las poblaciones de *C. livia* es una práctica necesaria debido a que sus hábitos y excretas causan daños graves a las infraestructuras y pueden afectar la salud humana, de manera que en muchas ciudades del mundo se requiere controlar sus poblaciones de forma constante (Stock y Haag-Wackernagel 2016, Spennemann y Watson 2017, Capoccia et al. 2018, Batool et al. 2020). Sin embargo, los estudios latinoamericanos específicos sobre poblaciones urbanas de *C. livia* son escasos y están concentrados en países como Brasil, Argentina y Colombia (Méndez-Mancera et al. 2013, Villalba-Sánchez et al. 2015, Ferreira et al. 2016, De la Ossa et al. 2017, Fernández-Maldonado et al. 2017, Barrientos y Seas 2018).

En Costa Rica, el crecimiento urbano y las costumbres sociales han favorecido el establecimiento de grandes poblaciones de *C. livia* en los parques urbanos de la Gran Área Metropolitana (GAM), donde se han detectado daños a los edificios circundantes, afectación en la seguridad sanitaria y presencia de bacterias patógenas como *Chlamydia psittaci* en excretas y palomas de parques urbanos (Dolz et al. 2013). Precisamente, la amenaza o riesgo sanitario asociado a las palomas ha justificado a nivel mundial el desarrollo de estudios poblacionales y la implementación de campañas de control poblacional (Ferman et al. 2010, Senar et al. 2017, Capoccia et al. 2018). Sin embargo, en Costa Rica no ha sido posible el establecimiento permanente de este tipo de esfuerzos y se conoce muy poco sobre las poblaciones existentes (Ramírez-Alán et al. 2017, Barrientos y Seas 2018). Conocer las poblaciones existentes es necesario como línea base para definir si los esfuerzos aislados o las inversiones municipales en modificación de infraestructura han sido realmente efectivas para controlarlas (Giunchi et al. 2012, Capoccia et al. 2018). Por otro lado, en Costa Rica se han realizado varios esfuerzos de investigación para evaluar o describir la percepción de los usuarios sobre las poblaciones de palomas domésticas, las razones que los motivan a alimentarlas o las acciones de manejo que podrían ser toleradas (Ramírez et al. 2008, Ramírez-Alán et al. 2017, Cabalceta y Barrientos 2019).

Considerando la necesidad de generar información actualizada sobre el estado poblacional de *C. livia* en parques urbanos de la GAM de Costa Rica, desarrollamos previamente una metodología confiable

para realizar conteos de palomas de manera eficiente (Barrientos y Seas 2018). Además, diseñamos esta investigación con el objetivo de estimar las poblaciones de palomas al 2020, compararlas con estimaciones propias del 2014 y relacionar los posibles cambios poblacionales con variables de infraestructura y utilización antrópica.

MÉTODOS

Especie de estudio

La paloma doméstica puede medir hasta 30cm y pesar hasta 300g. Presenta plumaje muy variable entre individuos y no posee dimorfismo sexual (Batool et al. 2020). Es originaria de acantilados rocosos de Eurasia y actualmente se encuentra en casi todo el mundo como especie introducida en zonas urbanas y suburbanas (Spennemann y Watson 2017). En Costa Rica es común y abundante en la Gran Área Metropolitana y es capaz de reproducirse durante todo el año (Ramírez-Alán et al. 2017, Coogan et al. 2018).

Área de estudio

La GAM de Costa Rica incluye territorios de las cuatro provincias de la meseta central del país: San José, Alajuela, Cartago y Heredia; donde se concentran las actividades socioeconómicas, políticas, residenciales, comerciales y gubernamentales (CNPU 2013). La altitud media es 1100 msnm, el clima presenta dos estaciones con breves periodos de transición entre ellas: estación seca (de diciembre a abril) y estación lluviosa (de mayo a noviembre), la precipitación promedio anual es 2400 mm y la temperatura promedio anual es 20° C (Rodríguez-Yáñez et al. 2021). Desarrollamos el estudio en siete parques urbanos de la GAM distribuidos en las provincias San José, Alajuela y Cartago. No trabajamos en la provincia de Heredia porque durante el periodo de este estudio la municipalidad intervino la población de palomas de sus parques (Fig. 1). Todos los parques estudiados presentan topografía plana y miden menos de 1000 m².

Conteos de palomas (*Columba livia*)

En el periodo 2014-2015 visitamos cada parque diez veces entre las 10:00 y 14:00 h, realizando cinco conteos en cada visita, en días entre semana y fin de semana (Senar y Sol 1991). Repetimos lo anterior en el periodo 2019-2020, pero debido a restricciones relacionadas a la pandemia por COVID-19 solamente pu-



Figura 1. Parques urbanos de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica seleccionados para la estimación poblacional de palomas (*Columba livia*). Se incluyen: 1) Parque Central de Alajuela (10.01649° N -84.21384° W), 2) Parque Braulio Carrillo de San José (9.93345° N -84.08464° W), 3) Plaza de la Cultura de San José (9.93356° N -84.07698° W), 4) Parque Sabanilla de San José (9.94567° N -84.03406° W), 5) Parque Tres Ríos de Cartago (9.90779° N -83.98548° W), 6) Parque Las Ruinas de Cartago (9.86435° N -83.92065° W) y 7) Parque La Basílica de Cartago (9.86421° N -83.91380° W).

dimos realizar cinco visitas. Los conteos de palomas los realizamos utilizando el método de fotografías panorámicas, descrito por Barrientos y Seas (2018). Este método consiste en que el observador toma fotografías panorámicas de pie desde el centro del parque, mientras realiza un giro de 360°; la cámara se sostiene a 1,5 m del suelo. Posteriormente se fusionan utilizando un software para la edición de imágenes, en nuestro caso Photoshop CS6 y posteriormente contamos las palomas con Image J (<https://imagej.nih.gov/ij/index.html>). Además, según Barrientos y Seas (2018) dichos conteos en las fotografías panorámicas requieren de un factor de corrección de 1,04 para poder estimar correctamente la población total.

Variables de infraestructura y utilización antrópica

Consideramos una variable de infraestructura (cobertura vegetal) y tres de utilización antrópica (tránsito y permanencia de personas, eventos de alimentación y vendedores) de la siguiente forma: 1) Cobertura vegetal como porcentaje del área total, estimado mediante análisis de fotografías digitales áreas. Se comportó como un descriptivo de valor constante durante los muestreos y en los parques estudiados equivale al inverso de la cobertura gris. 2) Sumatoria entre tránsito y permanencia de personas por minuto, que calculamos promediando cinco diferentes conteos manuales separados por periodos de diez minutos. Las personas que permanecían en el parque fueron contadas haciendo recorridos por todo el perímetro. Las personas que transitaban por el parque fueron contadas desde un punto fijo al centro del parque. 3) Eventos de alimentación intencional, es decir, personas que por voluntad alimentaban a las palomas con maíz, pan u otros; cada vez que la perso-

na lanzaba o daba comida correspondió a un evento nuevo. 4) Vendedores, consideramos la presencia o ausencia de vendedores informales de alimento para palomas (maíz, maní, mezcla de semillas, entre otros) en los alrededores del parque durante cada visita.

Análisis de datos

Estimamos las poblaciones de palomas para cada parque en el periodo 2019-2020 y las comparamos entre sí mediante un análisis de Kruskal Wallis. Luego, comparamos dichas estimaciones con nuestras estimaciones en el periodo 2014-2015 para los mismos parques, utilizando un test Mann-Whitney-Wilcoxon. Con el propósito de analizar si los conteos de palomas estaban relacionados con las variables de infraestructura (cobertura vegetal) y utilización antrópica (tránsito y permanencia de personas, eventos de alimentación y vendedores) realizamos análisis de correlación Spearman. Por último, realizamos una prueba de Kruskal-Wallis para relacionar la presencia de vendedores de alimentos para palomas con la población de palomas. Utilizamos los programas: R con la interfaz RStudio (R Development Core Team 2022), XLStatistics (Carr 2017) y VassarStats (Lowry 2022).

RESULTADOS

Para el periodo 2019-2020, la mayor población de palomas la encontramos en el Parque Central de Alajuela (media \pm SD: \bar{x} = 400 \pm 76 palomas), seguido por Las Ruinas de Cartago (\bar{x} = 181 \pm 79 palomas), la Plaza de la Cultura de San José (\bar{x} = 91 \pm 29 palomas) y los demás parques (Kruskal Wallis H = 31.45; GL = 6; p < 0.001; Tabla 1).

Tabla 1. Parques urbanos de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica seleccionados para la estimación poblacional de palomas (*Columba livia*). Se incluye el porcentaje de cobertura vegetal, la estimación poblacional para el periodo 2014-2015 (* indica: tomado de Barrientos y Seas 2018) y la estimación poblacional para el periodo 2019-2020 incluyendo promedio y desviación estándar. Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

| Provincia | Parque | Cobertura vegetal (%) | Estimación poblacional 2014-2015* | Estimación poblacional 2019-2020 |
|-----------|------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | Cultura | 6.55 | 427 ± 31 ^a | 91 ± 29 ^b |
| San José | Braulio Carrillo | 33.61 | 44 ± 11 | 49 ± 23 |
| | Sabanilla | 57.43 | 14 ± 2 | 8 ± 8 |
| Alajuela | Central | 57.59 | 201 ± 42 ^c | 400 ± 76 ^d |
| | Ruinas | 28.31 | 143 ± 36 | 181 ± 79 |
| Cartago | Tres Ríos | 25.42 | 31 ± 13 | 22 ± 9 |
| | Basilica | 2.13 | 32 ± 18 | 39 ± 9 |

Al comparar las poblaciones de palomas entre ambos periodos (2014-2015 y 2019-2020) encontramos un aumento en el Parque Central de Alajuela (Mann-Whitney-Wilcoxon $U = 0$; $Z = 3.06$; $p = 0.0027$), una disminución en la Plaza de la Cultura de San José ($U = 0$; $Z = -3.06$; $p = 0.0027$) y cambios no significativos en los demás parques (Tabla 1).

No encontramos una correlación significativa entre población de palomas y cobertura vegetal (Spearman $r = -0.04$; $t = -0.40$; $GL = 103$; $p = 0.71$) ni con el tránsito y permanencia de personas ($r = 0.11$; $t = 1.21$; $GL = 103$; $p = 0.22$). Encontramos una correlación significativa entre la población de palomas y los eventos de alimentación ($r = 0.24$; $t = 2.55$; $GL = 103$; $p = 0.01$). Además, hubo más palomas donde había vendedores de alimentos para aves (Kruskal Wallis $H = 64.72$; $GL = 104$; $p < 0.001$).

DISCUSIÓN

Durante nuestro estudio comprobamos que las poblaciones de palomas en los parques urbanos estudiados pueden variar considerablemente en un lapso de cinco años por factores que requieren mayor investigación, pero también puede permanecer constantes (Skorka et al. 2016, Tang et al. 2018). Los factores que favorecen el aumento o la disminución de las poblaciones de *C. livia* parecen estar relacionados a la alimentación antrópica que reciben de forma intencionada o indirecta provocada por el mal manejo de los residuos

sólidos (Coogan et al. 2018, Batool et al. 2020, Soh et al. 2021).

En Costa Rica, los parques urbanos son el centro sociocultural de cada ciudad y con frecuencia conservan las mismas formas y dimensiones desde la época colonial (1560-1820), con remodelaciones modernas en la infraestructura interna y periférica (Araya-Díaz y Rojas-Rodríguez 2013). Por esa razón, no es de extrañar que sus áreas sean similares, que sus diseños tiendan a favorecer la permanencia de personas y que alrededor se ubiquen calles y avenidas con gran tránsito vehicular y peatonal (Araya-Díaz y Rojas-Rodríguez 2013, Fallas-Solano 2018). Los parques urbanos son espacios diseñados pensando principalmente en las necesidades humanas, de manera que sus coberturas vegetales varían en un amplio rango (Fallas-Solano 2018). Al respecto se ha descrito que las coberturas vegetales densas están asociadas a cantidades bajas de palomas (Tang et al. 2018), pero nuestros resultados no sugieren ningún efecto porque los dos parques de mayor cobertura vegetal (Central de Alajuela y Sabanilla) corresponden al de mayor y menor densidad poblacional, respectivamente.

Por otro lado, al analizar el cambio en las poblaciones de palomas en un periodo de aproximadamente cinco años, observamos que las cantidades variaron poco en la mayoría de los parques con excepción del parque Central de Alajuela, donde la población aumentó considerablemente. Esto podría estar relacionado

a la gran cantidad de eventos de alimentación intencional que registramos en este parque y la presencia constante de vendedores de alimento (Coogan et al. 2018, Batool et al. 2020, Soh et al. 2021). Por el contrario, en la Plaza de la Cultura el tamaño de la población se redujo drásticamente lo cual puede relacionarse con una amplia remodelación realizada en el año 2016 que incluyó prohibir el acceso a los vendedores de maíz para palomas, ocasionando tal vez un evento de dispersión de palomas y su posible establecimiento en otros parques cercanos (Baldaccini, 2020, Soh et al. 2021). Estos resultados coinciden con lo observado en otras ciudades del mundo donde se ha demostrado que al reducir la alimentación intencional se reduce la población de palomas y viceversa (Tang et al. 2018, Batool et al. 2020, Soh et al. 2021).

Precisamente, las relaciones encontradas apoyan la idea de que las palomas poseen tal grado de sinantropía que la principal variable relacionada a su número poblacional es la alimentación que reciben (Tang et al. 2018, Baldaccini, 2020, Batool et al. 2020, Soh et al. 2021). También se ha descrito que la altura de la infraestructura alrededor del parque influye en la cantidad de palomas (Tang et al. 2018), pero nosotros no analizamos este aspecto.

El estudio de las poblaciones de *C. livia* en Costa Rica tiene consecuencias socioeconómicas y sanitarias, también es ecológicamente importante por el efecto que pueden tener sobre poblaciones de especies nativas como *Zonotrichia capensis*, *Columbina passerina* o *Turdus grayi* (Skorka et al. 2016, Capoccia et al. 2018). Además, el monitoreo constante realizado por profesionales o por funcionarios municipales capacitados brinda un acercamiento al público que podría derivar en un aumento en la educación ambiental de los habitantes, de manera que sean parte de la solución al reducir la alimentación intencional de palomas y evitar la alimentación involuntaria generada por el mal manejo de los desechos sólidos (Tang et al. 2018, Batool et al. 2020, Soh et al. 2021).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Maribel Zuñiga, Rodrigo Salazar, Bernardo Rodríguez, Marcela Eduarte, Tomás Alfaro y Cristhian Ureña por su asistencia en el campo. A Carlos Campos por su apoyo en sistemas de información geográfica y a Julian Monge por su revisión al manuscrito. Este proyecto (PROY-2019-35) fue financiado por la Universidad Estatal a Distancia (UNED)

de Costa Rica y el proyecto FEES-CONARE “Monitoreo de patógenos y de plomo en zonas urbanas costarricenses utilizando palomas (*Columbia livia*) y líquenes como bioindicadores”.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ARAYA DÍAZ DF Y ROJAS RODRÍGUEZ MF (2013) Plazas, parques y avenidas de San José, Costa Rica. Segunda mitad del siglo XIX e inicios del siglo XX. *Revista Arquis* 2:1-18
- BALDACCINI NE (2020) The synanthropic status of wild rock doves (*Columba livia*) and their contribution to feral pigeon populations. *Rivista Italiana di Ornitologia - Research in Ornithology* 90:51-56
- BARRIENTOS Z Y SEAS C (2018) An improved method to estimate pigeon populations in urban areas. *Cuadernos de Investigación, UNED Research Journal* 10:41-47
- BATOOL F, KHAN HA Y SAIF-UR-REHMAN M (2020) Feeding ecology of blue rock pigeon (*Columba livia*) in the three districts of Punjab, Pakistan. *Brazilian Journal of Biology* 80:881-890
- CABALCETA A Y BARRIENTOS Z (2019) Tradición: una nueva razón para alimentar las palomas urbanas (*Columba livia*; Columbiformes: Columbidae) y cómo controlarlas de manera sostenible. *Cuadernos de Investigación, UNED Research Journal* 11:361-368
- CAPOCCIA S, BOYLE C Y DARNELL T (2018) Loved or loathed, feral pigeons as subjects in ecological and social research. *Journal of Urban Ecology* 4:1-6
- CARR R (2017) *XLStatistics: Excel workbooks for statistical analysis*. Versión 17-02-16. (URL: <https://www.deakin.edu.au/individuals-sites/?request=-rodneyc/XLStatistics.r>)
- CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACIÓN URBANA (CNPU) (2013) *PlanGAM 2013*. San José, Costa Rica: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH)
- COOGAN SCP, RAUBENHEIMER D, ZANTIS SP Y MACHOVSKY-CAPUSKA GE (2018) Multidimensional nutritional ecology and urban birds. *Ecosphere* 9:e02177
- DE LA OSSA J, DE LA OSSA-LACAYO A Y MONROY-PINEDA M (2017) Abundancia de paloma doméstica (*Columba livia domestica* Gmelin, 1789) en Santiago de Tolú, Sucre, Colombia. *Revista MVZ Córdoba* 22(1):5718-5727
- DOLZ G, SOLÓRZANO-MORALES A, ANGELOVA L, TIEN C, FONSECA L Y BONILLA MC (2013) *Chlamydia psittaci* genotype B in a pigeon (*Columba livia*) inhabiting a public place in San José, Costa Rica. *Open Veterinary Journal* 3:135-139

- FALLAS-SOLANO A (2018) Tamaño y vegetación de parques urbanos en el cantón central de San José, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación, UNED Research Journal* 10:13-20
- FERMAN LM, PETER HU Y MONTALTI D (2010) A study of feral pigeon *Columba livia* var. in urban and suburban areas in the city of Jena, Germany. *Arxius Miscellanea Zoologica* 8:1-8
- FERNÁNDEZ-MALDONADO VN, GORLA DE Y BORGHİ CE (2017) Características del paisaje que influyen en la selección de sitios de nidificación de *Columba livia* y *Patagioenas maculosa* en una ciudad de desierto en América del Sur. *El Hornero* 32:257-268
- FERREIRA VL, DIAS RA Y RASO TF (2016) Screening of Feral Pigeons (*Columba livia*) for pathogens of veterinary and medical importance. *Brazilian Journal of Poultry Science* 18:701-704
- GIUNCHI D, ALBORES-BARAJAS YV, BALDACCINI NE, VANNI L Y SOLDATINI C (2012) Feral pigeons: problems, dynamics and control methods. En: Larramendy LM y Soloneski S (Eds.) *Integrated pest management and pest control: current and future tactics*, 215-240. Rijeka, Croacia: InTechOpen
- LOWRY R (2022) VassarStats: Website for statistical computation. (URL: <http://vassarstats.net/>)
- MÉNDEZ-MANCERA VM, VILLAMIL-JIMÉNEZ LC, BUITRAGO-MEDINA DA Y SOLER-TOVAR D (2013) La paloma (*Columba livia*) en la transmisión de enfermedades de importancia en salud pública. *Revista Ciencia Animal* 1:177-194
- PRZYBYLSKA K, HAIDT A, MYCZKO L, EKNER-GRZYB A, ROSIN ZM, KWIECINSKI Z, TRYJANOWSKI P, SUCHODOLSKA J, TAKACS V, JANKOWIAK L, TOBOLKA M, WASIELEWSKI O, GRACLIK A, KRAWCZYK AJ, KASPRZAK A, SZWAJKOWSKI P, WYLEGALA P, MALECHA AW, MIZERA T Y SKORKA P (2012) Local and landscape-level factors affecting the density and distribution of the Feral Pigeon *Columba livia* var. domestica in an urban environment. *Acta Ornithologica* 47:37-45
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2022) The R project for statistical computing. (URL: <https://www.r-project.org/about.html>)
- RAMÍREZ O, AMADOR M, CAMACHO L, CARRANZA IJ, CHAVES E, MOYA A, VEGA M, VERDESIA J Y QUIROS W (2008) Conocimiento popular de la paloma de Castilla (*Columba livia*) en el Parque Central de Alajuela. *Zeledonia* 12:14-19
- RAMÍREZ-ALÁN O, DE LA O-CASTRO J, BOLAÑOS-PICADO D Y MC QUEEN-BLANCO JK (2017) Evaluación de la abundancia relativa y percepción de la presencia de palomas *Columba livia* (Columbiformes: Columbidae) en la Universidad Nacional de Costa Rica. *Uniciencia* 31:29-38
- RODRÍGUEZ-YÁÑEZ JE, RIVERA-FERNÁNDEZ E, ALVARADO-GONZÁLEZ D, ABDALAH-HERNÁNDEZ M Y QUIRÓS-QUIRÓS R (2021) Prediction of atmospheric corrosion from meteorological parameters: Case of the atmospheric basin of the Costa Rican Western Central Valley. *Atmósfera* 36:171-182
- SENAR JC, MONTALVO T, PASCUAL J Y PERACHO V (2017) Reducing the availability of food to control feral pigeons: changes in population size and composition. *Pest Management Science* 73:313-317
- SENAR JC Y SOL D (1991) Censo de palomas *Columba livia* var. de la ciudad de Barcelona: Aplicación del muestreo estratificado con factor de corrección. *Butlletí del Grup Català d'Anellament* 8:19-24
- SKÓRKA P, SIERPOWSKA K, HAIDT A, MYCZKO L, EKNER-GRZYB A, ROSIN ZM, KWIECINSKI Z, SUCHODOLSKA J, TAKACS V, JANKOWIAK L, WASIELEWSKI O, GRACLIK A, KRAWCZYK AJ, KASPRZAK A, SZWAJKOWSKI P, WYLEGALA P, MALECHA AW, MIZERA T Y TRYJANOWSKI P (2016) Habitat preferences of two sparrow species are modified by abundances of other birds in an urban environment. *Current zoology* 62: 357-368
- SOH MCK, PANG RYT, NG BXK, LEE BPHY, LOO AHB Y ER KBH (2021) Restricted human activities shift the foraging strategies of feral pigeons (*Columba livia*) and three other commensal bird species. *Biological Conservation* 253:
- SPENNEMANN DHR Y WATSON MJ (2017) Dietary habits of urban pigeons (*Columba livia*) and implications of excreta pH - A review. *European Journal of Ecology* 3:27-41
- STOCK B Y HAAG-WACKERNAGEL D (2016) Food shortage affects reproduction of Feral Pigeons *Columba livia* at rearing of nestlings. *Ibis* 158:776-783
- TANG Q, LOW GW, LIM JY, GWEE CY Y RHEINDT FE (2018) Human activities and landscape features interact to closely define the distribution and dispersal of an urban commensal. *Evolutionary Applications* 11:1598-1608
- VILLALBA SÁNCHEZ C, DE LA OSSA LACAYO A Y DE LA OSSA J (2015) Density of domestic pigeons (*Columba livia* GMELIN, 1789) in the new public market of Sincelejo, Sucre, Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* 18:497-502