



UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Postgrado
Magíster en Geografía

**EFFECTO DEL LUJO EN EL GRAN SANTIAGO: RELACIÓN ENTRE
LA AVIFAUNA URBANA Y EL NIVEL SOCIOECONÓMICO EN LAS
COMUNAS DE ESTACIÓN CENTRAL Y LA FLORIDA**

Manuscrito preparado para ser enviado a la revista

Landscape and Urban Planning

Como requisito para obtener el Grado de Magíster en Geografía de la Universidad de
Chile

SEBASTIAN NICOLÁS RIQUELME NEGRETE

Profesor Guía: Dr. Alexis Vásquez Fuentes

SANTIAGO-CHILE

ENERO 2022

Efecto del Lujo en el Gran Santiago: Relación entre la avifauna urbana y el nivel socioeconómico en las comunas de La Florida y Estación Central

Sebastian Riquelme & Alexis Vásquez

Abstract

En las últimas décadas la reducción de la escala de la segregación socioespacial del Área Metropolitana de Santiago ha provocado la coexistencia de barrios residenciales de diferente nivel socioeconómico en una misma comuna (área administrativa de menor extensión en Chile). Las comunas de La Florida y Estación Central constituyen comunas representativas de esta alta heterogeneidad socioeconómica en Santiago de Chile. Varios estudios han demostrado que la biodiversidad urbana tiende a seguir este patrón socioeconómico, puesto que las áreas de mayores ingresos cuentan con comunidades bióticas de mayor riqueza, diversidad y participación de especies nativas, especialmente respecto a la avifauna urbana que es uno de los taxones más estudiados en la ecología urbana. Sin embargo, la mayoría de estas investigaciones se concentran en las ciudades del Norte Global, por lo que este estudio contribuye al conocimiento sobre el Efecto del Lujo en una ciudad latinoamericana del Cono Sur. Para ello, se llevaron a cabo censos de avifauna durante el período estival del año 2021 cuya información fue sometida a análisis estadístico inferencial. El Efecto del Lujo es más latente en Estación Central que en La Florida, puesto que la riqueza y el endemismo está determinada por la altitud en esta última comuna. De este modo, esta investigación corrobora la relación que muestran las comunidades de avifauna urbana con el nivel socioeconómico de las comunas de La Florida y Estación Central.

Palabras clave: Avifauna urbana, Nivel socioeconómico, Efecto del Lujo, Barrios residenciales, Santiago de Chile, Segregación socioespacial intracomunal.

1. Introducción

Las ciudades experimentan una acelerada expansión física y demográfica a escala global, provocando que más de la mitad de la población mundial (56,2%) resida en las áreas urbanas en el año 2020, tendencia que se acentuará a lo largo del siglo XXI (Organización de las Naciones Unidas, 2018). No obstante, un rasgo característico de la expansión urbana global es que no presenta homogeneidad en las diversas regiones del planeta, puesto que los países localizados simultáneamente en el Neotrópico y el Sur Global (entre ellos Chile) albergarán cuatro veces la cantidad de habitantes proyectada en los países desarrollados para el 2030 (Seto et al., 2013).

A pesar de los numerosos impactos atmosféricos (contaminación atmosférica e islas de calor urbano), hídricos (perturbaciones en el ciclo hídrico y reducción de la calidad del agua), edáficos (remoción y contaminación de los suelos), ecológicos (conversión de usos y coberturas de suelo; fragmentación y reducción del hábitat; alteraciones en los ciclos biogeoquímicos, relaciones inter e intraespecíficas y cadenas tróficas) y estructurales (alta presencia de edificaciones y artefactos urbanos, en conjunto con una amplia extensión de la superficie impermeable) que conlleva la urbanización, las áreas urbanas constituyen zonas donde puede persistir la biodiversidad, especialmente la avifauna (Grimm et al., 2008), ya que configuran hábitats heterogéneos que estimulan el establecimiento de un amplio número de especies de aves urbanas (Fernández-Juricic, 2000).

Especialmente en las ciudades la distribución espacial de los diferentes taxones de la biodiversidad urbana obedece a múltiples factores socioecológicos que interactúan de forma sinérgica (Faeth et al., 2011). En las últimas décadas, se ha constatado que el nivel socioeconómico posee la capacidad de influir en los factores bióticos y abióticos que determinan los patrones de la biodiversidad urbana (Hope et al., 2003; Melles, 2005; Leong et al., 2018), condición que se refleja en que las zonas urbanas con mayor poder adquisitivo (barrios residenciales, áreas verdes o jardines en particular) poseen los máximos niveles de riqueza y diversidad. En

cambio, las zonas urbanas de menor nivel socioeconómico tienden a albergar comunidades con una menor cantidad y diversidad de especies. Esta relación directa entre los parámetros de medición de la biodiversidad y el nivel socioeconómico de un área urbana ha sido conceptualizada por Hope et al. (2003) bajo el término de "Efecto del Lujo" (*Luxury Effect* en inglés).

Aunque se ha demostrado la existencia del efecto del lujo en la diversidad de vegetación leñosa en ciudades de múltiples biomas, pocos estudios han corroborado este fenómeno en la fauna urbana (Leong et al., 2018). De hecho, hasta ahora los únicos taxones que han exhibido este patrón son los mamíferos (murciélagos, mapaches, coyotes y zarigüeyas), reptiles (lagartos), artrópodos que habitan al interior de las viviendas y la avifauna, siendo este último grupo el más evaluado (Hope et al., 2003; Kinzig et al., 2005; Melles, 2005; Strohbach et al., 2009; Ackley et al., 2015; Silva et al., 2015; Leong et al., 2016; Van Heezik et al., 2017; Leong et al., 2018).

A pesar del aumento del número de estudios que constatan el "Efecto del Lujo" en la biodiversidad urbana, la mayoría de ellos se han realizado en ciudades del Norte Global (Alemania: Strohbach et al., 2009; Australia: Luck et al., 2013; Canadá: Melles, 2005; Estados Unidos: Hope et al., 2003; Kinzig et al., 2005; Ackley et al. 2015; Wood, 2020; Nueva Zelanda: Heezik & Hight, 2017; Reino Unido: Fuller et al., 2008; Shaw et al., 2008), por lo que existe una falta de investigaciones que verifiquen la relación entre el nivel socioeconómico y la biodiversidad urbana en el Sur Global, aunque existen casos representativos en África Meridional (Sudáfrica: Chamberlain et al., 2019;) y América Latina (México: McGregor-Fors & Schondube, 2011). En Chile, sólo han existido cuatro intentos de corroborar el Efecto del Lujo en las ciudades, que incluyen su efecto sobre la vegetación leñosa (Santiago de Chile: De la Maza et al., 2002; Hernández & Villaseñor, 2018; Antofagasta: Fragkou & Vásquez, 2018) y avifauna (Valdivia: Silva et al., 2015). De este modo, resulta relevante ampliar el conocimiento sobre la existencia y los mecanismos que configuran efecto del lujo en regiones del mundo caracterizadas por tener abruptas

gradientes socioeconómicas y concentrar una biodiversidad con altos niveles de diversidad y endemismo.

Debido a estas particularidades geofísicas, ecológicas, históricas, políticas y culturales del Sur Global, se ha evidenciado que el Efecto del Lujo adquiere patrones diferentes a las que exhiben los países del Norte Global. Por ejemplo, en varias urbes de Sudáfrica se ha constatado que el nivel socioeconómico y el grado de urbanización son factores que actúan de forma acoplada para explicar la distribución espacial de la riqueza de la avifauna nativa: si un área de muestreo de 9 x 9 km tiene una baja proporción de cobertura urbana (representada por superficies edificadas e impermeables), el Efecto del Lujo opera como en los países del Norte Global, es decir, los barrios residenciales de mayores ingresos tienden a poseer más especies que en las de menores ingresos. Sin embargo, si la cobertura urbana supera el 38% del área analizada, se invierte el patrón al observar que los barrios residenciales de mayores ingresos poseen menor riqueza de avifauna que en los de ingresos reducidos debido a la intensificación de las perturbaciones antrópicas (Chamberlain et al., 2019; Reynolds et al., 2021), por ende, el Efecto del Lujo se revierte. Así, un barrio residencial de altos ingresos que posee una elevada proporción de cobertura urbana alberga aproximadamente 20 especies menos que un barrio residencial de bajos ingresos con una aminorada extensión de superficie impermeable y edificada (Chamberlain et al. 2019). No obstante, existen otros casos en donde se demuestra que el nivel socioeconómico no explica significativamente la distribución de la avifauna urbana al considerar las coberturas predominantes en la matriz del paisaje o en la zona urbana *per se*, ya que se observan barrios residenciales de bajos ingresos están localizados en zonas de alto valor ecológico (humedales: Howes & Reynolds, 2021, Silva et al., 2015: bosque valdiviano), cuya alta complejidad estructural favorecen la concentración de una alta riqueza y proporción de especies nativas (Chile: Silva et al., 2015; Sudáfrica: Howes & Reynolds, 2021).

A raíz de esta segregación biótica, una parte creciente de la población urbana mundial, especialmente la que reside en zonas de menores ingresos, está

percibiendo una porción cada vez más reducida de la biodiversidad urbana nativa (Strohbach et al., 2009). En consecuencia, surgen más limitantes para que la sociedad civil pueda apoyar las iniciativas de preservación de la biodiversidad urbana en su barrio, por más que su presencia promueva el bienestar urbano y sentido de identidad en la población (Melles, 2005; Celis-Diez et al., 2017; Van Heezik et al., 2017). De hecho, las aves urbanas cumplen un rol tan primordial en el bienestar humano que en el Reino Unido constituyen un indicador de calidad de vida para sus ciudadanos, el cual se toma en consideración para la planificación urbana y elaboración de políticas públicas que afectan el medio ambiente urbano (Birdlife International, 2004). De este modo, la comprensión de los elementos y procesos de carácter ecológico y socioeconómico que condicionan la distribución de la biodiversidad urbana resultan fundamentales para cumplir con el Objetivo Número 11 del Desarrollo Sustentable establecido por la Organización de las Naciones Unidas (que busca conformar ciudades y comunidades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles), ya que los múltiples taxones que habitan la ciudad proveen servicios ecosistémicos que influyen en el bienestar de la población humana (Howes & Reynolds, 2021).

La conversión de usos y coberturas de suelo producto del crecimiento físico de las áreas urbanas, la persistencia de la biodiversidad en las ciudades, la distribución espacial heterogénea de la avifauna urbana en función del nivel socioeconómico de las áreas residenciales y la consecuente pérdida de su percepción por parte de la sociedad civil de menores ingresos son procesos socioecológicos cuya dinámica es multiescalar (Strohbach et al., 2009, Pickett et al., 2016), y América Latina y sus países constituyentes no conforman una excepción a las tendencias exhibidas a escala global.

La continua urbanización en América Latina ha generado que sea una de las regiones más urbanizadas del planeta ya que más del 80% de su población habita en las ciudades (Organización de las Naciones Unidas, 2020). Chile sigue la misma tendencia puesto que el 87,8% de su población es urbana para el año 2017 (Instituto Nacional de Estadísticas, 2017). Unos de los aspectos más característicos de las

urbes latinoamericanas en general y chilenas en particular es la acentuada diferenciación social y económica de su población (Pauchard & Barbosa, 2013). Esta particularidad posee una expresión territorial representada por el Modelo de Ciudad Fragmentada, ya que la ciudad latinoamericana se destaca por ser altamente heterogénea, atomizada y con altos niveles de segregación socio-territorial (Borsdorf, 2003; Szupiany, 2018). En la actualidad, el mayor grado de fragmentación socioespacial y ambiental de la urbe latinoamericana se encuentra en sus zonas periféricas, las cuales son denominadas por Lukas et al. (2020) como la "Nueva periferia urbana neoliberal".

Santiago (la capital y metrópolis más extensa del país) ha experimentado un acelerado crecimiento urbano protagonizado por sus comunas periféricas a raíz de la expansión de áreas residenciales (condominios destinados a la población de altos ingresos) en los sectores de mayor altitud, tales como la comuna de La Florida, constituyendo un fiel reflejo del modelo de Ciudad Fragmentada y la Nueva Periferia Urbana Neoliberal (Romero & Vásquez, 2005; Lukas et al., 2020). Adicionalmente, las comunas pericentrales, tales como Estación Central, han tenido crecimiento urbano verticalizado y desarticulado, implicando una distribución heterogénea de los niveles socioeconómicos en su territorio (Romero & Mendes, 2020). Esta condición se manifiesta en la desigualdad de la riqueza, ya que Santiago posee una mayor polaridad en la distribución de los ingresos -Coeficiente Gini: 0,530- que Chile (Fuentes et al., 2017), siendo el segundo país más inequitativo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) -Coeficiente Gini: 0,460- (Estadísticas OCDE, 2020). Esta nueva forma de expansión urbana en Santiago ha implicado que la segregación socio-territorial no sólo se manifieste entre las comunas que la conforman, sino que también al interior de ellas debido a la coexistencia de barrios de diferente nivel socioeconómico en un espacio reducido. La segregación socio-territorial en las comunas periféricas de Santiago se ha traducido en una segregación ambiental, ya que las áreas residenciales de mayor nivel socioeconómico cuentan con una mayor gama de hábitats, alta productividad biológica, mejor calidad del aire y carencia de islas de calor, patrón que se evidencia en la comuna de La Florida (Salgado et al., 2009; Hernández & Villaseñor, 2018;

Romero, 2021). Al contrario, la reducida calidad del medio ambiente urbano de los barrios de menor nivel socioeconómico provee precarias amenidades ambientales que no garantizan el bienestar humano (Pauchard & Barbosa, 2013). Esta segregación socioambiental también se patenta en comunas pericentrales de Santiago como Estación Central en términos de temperatura y cobertura vegetal (Irrarrázaval, 2012). Esta tendencia ha implicado que los habitantes experimenten una paulatina pérdida de interacción con la biodiversidad local en los parques y otros espacios verdes (Celis-Díez et al., 2017).

A partir de la alta fragmentación socio-territorial (y, por ende, heterogeneidad socioeconómica) de las comunas, la baja cantidad de estudios que relacionen la avifauna urbana con el nivel socioeconómico en Chile y su importancia en la calidad de vida de los habitantes, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿en qué medida se relacionan las comunidades de avifauna urbana con el nivel socioeconómico en las comunas de La Florida y Estación Central? O expresado de otra manera: ¿Existe el Efecto del Lujo en la distribución espacial de la avifauna urbana en La Florida y Estación Central?

2. Metodología

2.1 Área de estudio

2.1.1. La Florida

La comuna de la Florida es una de las 38 entidades político-administrativas que conforman el Área Metropolitana de Santiago (que en adelante será llamada el Gran Santiago). Esta comuna de 7.020 hectáreas posee una localización periférica en el Sector Suroriente del Gran Santiago cuya porción oriental intersecta el Piedmont Andino (Romero et al., 2010). Debido a esta localización, el 48,9% del área comunal (3.432,8 hectáreas) corresponde a superficie urbana, ya que esa porción está

inscrita al interior del Límite Urbano definido por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) (Ilustre Municipalidad de La Florida, 2019). La superficie restante de la comuna (51,1% o 3.587 hectáreas) corresponde a Áreas de Preservación Ecológica de acuerdo a la zonificación del PRMS. De este modo, su localización está marcada por el Piedmont Andino y su área urbana que posee una diferencia altitudinal de 441 m (NASA, 2021).

La Florida ha tenido una acentuada expansión urbana en las últimas décadas, sobre todo en los períodos 1996-2000 (con un incremento de 480,7 hectáreas) y 2008-2011 (con 305,3 hectáreas adicionales) (Rugiero & Wyndham, 2013). El crecimiento del tejido urbano ha sido sobre todo en la zona del Piedmont Andino, la cual es un área de alto valor ecológico, importante fuente de flora, fauna y recursos hídricos (Romero & Vásquez, 2005; Romero et al., 2010). Las amenidades ambientales que ofrecen esta zona ha sido un factor de atracción para condominios cerrados y barrios destinados para la clase media alta y alta (Ortiz & Escolano, 2013). En consecuencia, La Florida ha sido un área de convergencia entre diferentes clases sociales, generando una coexistencia entre las nuevas áreas residenciales de altos ingresos y áreas de nivel socioeconómico medio y bajo que históricamente han poblado la comuna (Ruiz-Tagle, 2016). Sin embargo, a pesar de la alta heterogeneidad socioeconómica, La Florida posee una eleva segregación socio-territorial ante la ausencia de interacción social y funcional entre estas áreas residenciales (Ruiz-Tagle, 2016).

2.1.2 Estación Central

La comuna de Estación Central tiene un tamaño de 2.400 hectáreas y se localiza en el Sector Poniente de Santiago. Estación Central es parte de la Zona Pericentral del Gran Santiago, puesto que es adyacente a la comuna de Santiago que corresponde al centro de la ciudad, se encuentra inscrita al Anillo Metropolitano Central (constituido por ejes viales que rodean al Centro de Santiago conformadas por las Avenidas Dorsal por el norte, Pedro de Valdivia por el oriente, Departamental

por el sur y Las Rejas por el poniente) y está cubierta por la Zona de Renovación Urbana del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (López-Morales & Orozco, 2018). En consecuencia, esta comuna se encuentra completamente dentro del Límite Urbano del PRMS. Estación Central es producto de la fusión de sectores que pertenecían a sus comunas limítrofes (Santiago, Maipú, Pudahuel y Quinta Normal) en 1981, heredando cuatro normativas urbanísticas diferentes entre sí (Habiterra Ltda. Consultores, 2020). A diferencia de La Florida, la expansión de la mancha urbana de Estación Central ha ido en dirección al poniente del Gran Santiago y abarca un mayor período histórico (desde 1855 -a partir de la inauguración de la Estación Central de Ferrocarriles- hasta el año 2008). Sin embargo, al igual que La Florida es una comuna socioeconómicamente heterogénea, ya que se han consolidado barrios obreros y conjuntos de viviendas sociales para albergar a trabajadores de menores ingresos asociados a la industria del ferrocarril y al influjo de población durante el proceso de migración rural-urbana que experimentó Chile a lo largo del siglo XX. Estos barrios coexisten con conjuntos habitacionales de viviendas sociales (impulsadas en su totalidad por el Estado) para trabajadores del ferrocarril de ingresos altos y un núcleo residencial conformado por condominios cerrados -Valle Verde- (Habiterra Ltda. Consultores, 2020).

Considerando todos estos antecedentes, Estación Central y La Florida resultan áreas de estudio de gran interés para evaluar la presencia del Efecto del Lujo en la avifauna urbana debido a su heterogeneidad socioeconómica y permite determinar si la variabilidad de la diversidad, composición y función de la avifauna urbana se encuentra en función al nivel socioeconómico en un territorio con condiciones térmicas y pluviométricas relativamente homogéneas a mesoescala (Sarricolea & Martin, 2014).

2.2 Registro de avifauna

A través de un muestreo aleatorio estratificado (Mostacedo & Fredericksen, 2000), se desplegaron 120 puntos de muestreo mediante la herramienta “*Create*

Random Points” del programa ArcGis Pro 2.8.1. En ambas comunas se procuró que los puntos de muestreo mantengan una distancia mínima de 250 metros entre sí para evitar el doble conteo de la avifauna (Melles, 2005; McGregor-Fors & Schondube, 2011). Se destinaron 80 puntos de muestreo a la zona urbana de La Florida y 40 en Estación Central, en función del tamaño de las comunas. Cabe mencionar que los puntos de muestreo se localizaron de manera exclusiva en los barrios residenciales de ambas comunas, descartando barrios industriales, comerciales y de equipamiento (universidades, hospitales, entre otros), áreas verdes y sitios eriazos. Los puntos de muestreo desplegados que no cumplían con estos criterios y que ubicaban en predios de propiedad privada se relocalizaron.

El conteo de avifauna se llevó a cabo en la temporada estival austral (entre el 21 de septiembre hasta el 1 de noviembre del 2021) durante la mañana (desde 10 minutos antes de la salida del sol hasta las 10:00), ya que es el periodo en que las aves tienen mayor actividad. A su vez, no se ejecutaron censos de avifauna en días con condiciones meteorológicas adversas (precipitaciones, neblina y/o alta intensidad del viento) para aumentar la capacidad de detección (Moreno, 2001). Este proceso se realizó durante 5 minutos a través de puntos de radio fijo (con un diámetro de 50 metros) con una distancia mínima de 250 metros entre sí para evitar el doble conteo de la avifauna (Melles, 2005; Howes & Reynolds, 2021). Se empleó este método con el objeto de garantizar que los individuos registrados se encuentren utilizando de forma exclusiva el sitio de levantamiento y áreas circundantes que potencialmente poseen diferentes condiciones del hábitat (McGregor-Fors & Schondube, 2011). Durante el censo de avifauna se detectó de manera visual y/o auditiva a todas las aves que estaban utilizando el área comprendida por el punto de muestreo (en actividades tales como la búsqueda de alimento, posada, nidificación, entre otros). Sin embargo, no se consideraron a los individuos que volaban a través del punto de muestreo sin posarse al menos una vez en su superficie, a excepción de los insectívoros aéreos (golondrinas) que se alimentaban en el espacio tridimensional del punto de muestreo (Loss, 2009). Cada punto de muestreo fue visitado sólo una vez (McGregor-Fors & Schondube, 2011) por el mismo observador (SR).

2.3 Cuantificación del nivel socioeconómico

El ingreso total del hogar es la variable socioeconómica más fiable y empleada para constatar el Efecto del Lujo en la biodiversidad urbana (Leong et al., 2018). Sin embargo, esta información no existe a escala intraurbana en Chile, de modo que se utilizó el nivel socioeconómico como medida indirecta del ingreso del hogar. En Chile, la sociedad se puede segmentar en cinco grupos socioeconómicos ordenados de manera decreciente según su poder adquisitivo mensual: ABC1 ($> \$1.575.000$ CLP o $\$1.973$ USD), C2 ($> \$675.000$ CLP \leq $\$1.575.000$ CLP o $> \$843$ USD \leq $\$1.973$ USD), C3 ($> \$450.000$ CLP \leq $\$675.000$ CLP o $> \$564$ USD \leq $\$843$ USD), D ($> \$150.000$ CLP \leq $\$450.000$ CLP o $\$188$ USD \leq $\$564$ USD) y E (\leq $\$150.000$ CLP o $\$188$ USD), y su última actualización se realizó el año 2012 (Asociación de Investigadores de Mercado & ENTEL, 2012). Para los Censos de Población y Vivienda en Chile, el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) divide a las comunas en distritos censales, los cuales a su vez se fraccionan en zonas censales, unidades territoriales de análisis constituidas por grupo de manzanas que contienen una cantidad no superior a 2.000 viviendas (INE, 2015). Cada zona censal tiene un nivel socioeconómico promedio asignado por el Observatorio de Ciudades de la Pontificie Universidad Católica de Chile (OCUC) en el año 2020. En consecuencia, esta es la información socioeconómica con la resolución espacial más detallada para las comunas de La Florida y Estación Central. Finalmente, cada punto de muestreo se le asignó el nivel socioeconómico dominante de la zona censal en donde se encuentra localizado. Este atributo se cuantificó en una escala compuesta por números enteros cuyo valor se incrementa con el ingreso medio mensual (E = 1, D = 2, C3 = 3, C2 = 4 y ABC1 = 5) para el análisis de correlación con las variables de biodiversidad.

2.4 Análisis de datos

Con la información recopilada en los censos de avifauna se calcularon parámetros de diversidad alfa tales como la riqueza, el índice de diversidad de Shannon y el índice de dominancia de Simpson, siendo las variables de biodiversidad más utilizadas para constatar el Efecto del Lujo en las áreas urbanas (Leong et al., 2018). Adicionalmente, se calculó la proporción de especies nativas, exóticas y endémicas en cada punto de muestreo. La determinación del origen de las especies se sustentó en la guía de campo y breve historia natural “Aves de Chile” de Martínez & González (2017). Estas variables fueron representadas en gráficos boxplot en Microsoft Excel v.2019 para observar el grado de dispersión de los datos. Cabe mencionar que se compararán los atributos de biodiversidad de la avifauna según nivel socioeconómico de manera acoplada entre ambas comunas y no de manera aislada, puesto que las zonas consideradas en el “gradiente socioeconómico” de Melles (2005) contempla zonas con diferentes aspectos geofísicos, ecológicos, sociales, urbanísticos y período de urbanización en Vancouver (Canadá). De esta manera, el nivel socioeconómico conformó el único criterio de comparación de los parámetros de diversidad alfa y variables de composición de la avifauna urbana independiente de la localización de los puntos de muestreo.

El análisis estadístico se desarrolló en IBM SPSS Statistics 25. En primer lugar, se midió el grado de normalidad de los datos mediante la Prueba de Kolmogorov Smirnov (con corrección de significación de Lilliefors) en dado que el número de observaciones (120 en total, 80 en La Florida y 40 en Estación Central) es superior a 50 (Yazici & Yolacan, 2006). Como la mayoría de las variables no posee una distribución normal -a excepción de la proporción de especies nativas, especies exóticas y la abundancia ($p > 0,05$)-, en R Studio se confeccionó un correlograma empleando el coeficiente de correlación de Spearman para ver en qué medida están relacionados los parámetros de diversidad alfa y composición con el nivel socioeconómico en cada punto de muestreo. Además, debido a la predominancia

de la anomalía en la distribución de las variables de biodiversidad se empleó el test no paramétrico de comparaciones múltiples Kruskal-Wallis (con un nivel de significancia de 0,05) para constatar posibles diferencias estadísticas entre las zonas censales de diferente nivel de ingresos en ambas áreas de estudio. Este test se caracteriza por comprobar si tres o más muestras aleatorias independientes proceden de una misma población, situación representada por la hipótesis nula (Spiegel & Stephens, 2009). En este estudio, la hipótesis nula (H_0) indica que las áreas residenciales de diferente nivel socioeconómico son iguales en las variables de biodiversidad seleccionadas. En cambio, la hipótesis alternativa (H_1) indica que las áreas residenciales de distintos ingresos son estadísticamente diferentes. Basado en el grado de homogeneidad de las medianas de las muestras, si el test demuestra que si $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se determina que las muestras no son idénticas (Spiegel & Stephens, 2009). Posteriormente, se empleó el test de Dunn (con un intervalo de confianza del 95%) para realizar comparaciones múltiples de par en par con el objeto de demostrar qué puntos de muestreo tienen diferencias estadísticamente significativas entre sí (Dinno, 2015). Por último, se realizó el análisis de clúster con el objeto de constatar si los puntos de muestreo se agrupan de acuerdo al nivel socioeconómico. Este proceso se realizó a través del método de agrupación en clúster centroide bajo el intervalo de distancia euclidiana al cuadrado. Las variables de agrupación fueron el índice de diversidad de Shannon (global y de especies nativas), el porcentaje de especies nativas y el porcentaje de especies endémicas en avifauna.

Considerando que el alto grado de diversidad y riqueza de avifauna puede ser producto de la influencia de la gradiente altitudinal y la presencia de parches de coberturas naturales, especialmente compuestas por bosque y matorral esclerófilo del Piedmont Andino en el caso de La Florida (Romero & Vásquez, 2005), se empleó el Análisis de Componentes Principales (ACP) en R Studio -empleando los paquetes *FactoMineR* (encargado de realizar el cálculo ACP) y *factoextra* (diseñado para confeccionar gráficos cuya estética facilita la búsqueda de patrones) de Kassambara (2017)- para constatar si la variabilidad de los parámetros de diversidad alfa para la avifauna está en función del nivel socioeconómico del barrio

residencial o de la configuración topográfica y fitogeográfica de las áreas de estudio. La relevancia de esta técnica matemática de síntesis es que puede agrupar, ordenar y clasificar múltiples variables independientes en conjuntos reducidos (denominados Componentes Principales) que posibilitan la identificación de patrones (Sarricolea & Martín, 2014). Cabe destacar que los valores de altitud se obtuvieron a través de un Modelo Digital de Elevación del satélite Alos Palsar debido a su alta resolución espacial del pixel (12,5 m), información que ha sido obtenida desde la plataforma Alaska Satellite Facility de la NASA.

3. Resultados

Se registró un total de 24 especies (2.046 individuos) en ambas comunas, precisamente 24 en La Florida (1.338 individuos) y 16 en Estación Central (708 individuos). Al clasificarlas por su origen, se identificaron 20 especies nativas (1.086 individuos), tres especies exóticas (940 individuos) y una endémica (20 individuos) en estas comunas del Gran Santiago. Sin embargo, los 20 individuos de la única especie endémica (*Mimus thenca*) han sido detectados exclusivamente en La Florida. Cabe destacar que no se encontraron especies con problemas de conservación en ambas comunas, a pesar que la proporción de individuos de especies nativas aumenta con el nivel socioeconómico en estas áreas de estudio.

Respecto a los parámetros de diversidad alfa, tanto el índice de diversidad de Shannon como la riqueza de especies aumentan en función del nivel socioeconómico, aunque con diferente grado de intensidad -índice de Shannon ($r=0,804$, $p<0,001$) y riqueza ($r=0,437$, $p<0,001$)-. A su vez, los valores de dominancia tienden a reducirse ($r=-0,767$, $p<0,001$) a medida que el barrio residencial muestra un mayor nivel socioeconómico. A diferencia de las variables anteriores, la variabilidad de la abundancia no guarda una relación definida con el nivel socioeconómico ($r=0,237$, $p<0,015$), por lo que el Efecto del Lujo no incide en el número de individuos de avifauna urbana.

Conforme el nivel socioeconómico del barrio residencial tiene un mayor poder adquisitivo en La Florida y Estación Central, la proporción de individuos de especies nativas y exóticas se incrementa y reduce respectivamente. No obstante, estos parámetros de composición de la avifauna urbana muestran un bajo grado de correlación con el nivel socioeconómico ($r=0,421$, $p<0,001$, en la proporción de especies nativas y $r=-0,443$, $p<0,001$, en especies exóticas), aspecto que también se observa con el nivel de endemismo de aves urbanas ($r=0,378$, $p<0,001$), el cual tiene un mayor grado de correspondencia con la altitud ($r=0,500$, $p<0,001$). De hecho, sólo existen registros del *M. thenca* a partir de los 670 m.s.n.m. Por lo tanto, el Efecto del Lujo podría ejercer mayor influencia sobre los índices de diversidad y alfa que en las variables de composición, la abundancia y riqueza.

El patrón hallado en estas comunas del Gran Santiago se refleja en los valores proporcionados por los test no paramétricos de Kruskal-Wallis y de Dunn, puesto que generalmente los barrios residenciales de poderes adquisitivos opuestos (ABC1 y D) tienen diferencias estadísticamente significativas entre sí y con los grupos socioeconómicos restantes (C2 para D y C3 para ABC1) en riqueza; índice de diversidad de Shannon; índice de dominancia de Simpson; proporción de especies nativas, endémicas y exóticas. No obstante, las diferencias estadísticas tienden a tener menor frecuencia en barrios de niveles socioeconómicos contiguos entre sí (ABC1-C2, C2-C3 y C3-D), en donde el grado de endemismo constituye la única excepción.

. El análisis de clúster agrupó a los puntos de muestreo en cuatro conglomerados. La clasificación indica que el conglomerado de mayor nivel socioeconómico (ABC1 y C2) es el más diverso, menos dominante y el que presenta la mayor proporción de especies nativas y endémicas de las áreas de estudio. Se destaca la presencia de puntos de muestreo localizados en Estación Central como las calles Neptuno (NEP) y Laguna Abascal (LAB) debido a la alta participación de especies nativas (superando el 80% de los registros) y la alta diversidad de aves urbanas ($H'>1,900$). En cambio, el conglomerado que aglomera a los barrios de menor poder adquisitivo (D) es el que posee la menor diversidad, compuesta

mayoritariamente por especies exóticas, todos ubicados exclusivamente en La Florida (especialmente en el sector de Los Navíos). La tercera agrupación está constituida mayoritariamente por barrios residenciales de ingresos bajos (D) y medios (C3) en menor medida, la cual se particulariza por tener menos del 50% de especies nativas en las comunidades de avifauna urbana. El punto de muestreo Conde del Maule (CDM) conforma una excepción al patrón debido a la mayor cantidad de especies exóticas (superando el 50% de los individuos registrados), lo que reduce el valor del índice de diversidad de Shannon en comparación con los otros puntos de muestreo de su mismo nivel socioeconómico. El conglomerado 1 en su mayoría muestra una condición intermedia entre las dos agrupaciones de niveles socioeconómicos opuestos en términos de diversidad y composición (participación de especies nativas y exóticas).

El Análisis de Componentes Principales (ACP) en ambas comunas proporcionó tres factores homónimos que explican el 83,7% de la varianza de las variables seleccionadas (Componente Principal 1 = 48%, Componente Principal 2 = 22,8% y Componente Principal 3 = 12,9%). El Componente Principal 1 refleja una gradiente socioeconómica y de diversidad-dominancia, en donde los barrios de mayor poder adquisitivo con altos niveles de diversidad se ubican en el polo positivo del eje de las abscisas, mientras que los barrios de bajo nivel socioeconómico con altos valores de dominancia se encuentran en el lado opuesto. El Componente Principal 2 patenta una polaridad en términos de composición, ya que los barrios con mayor proporción de especies nativas se presentan en la parte negativa del eje de las ordenadas cuando los barrios con una alta participación de especies exóticas se concentran en su parte positiva. Por su parte, el Componente Principal 3 contiene a los barrios residenciales de mayor altitud, riqueza y participación de especie endémica en el polo positivo y barrios residenciales con mayor cantidad de especies nativas en el extremo negativo. De este modo, el nivel socioeconómico influye en el grado de diversidad y dominancia de la avifauna urbana, mientras que la altitud se relaciona con su riqueza y nivel de endemismo en La Florida. Cabe destacar que los otros parámetros de composición se encuentran condicionados simultáneamente por ambos factores independientes.

4. Discusión

Los resultados indican que en ambas comunas (y, por ende, para el Gran Santiago) las comunidades bióticas de avifauna podrían guardar relación con el nivel socioeconómico en distintos grados de intensidad. El Efecto del Lujo combinado con estas condicionantes analizadas tradicionalmente por la geografía física en La Florida y Estación Central presenta similitudes con los hallazgos en Phoenix (Kinzig et al., 2005) y Vancouver (Melles, 2005), ya que los barrios residenciales de mayor poder adquisitivo poseen una mayor diversidad, riqueza y proporción de especies nativas. De esta forma, el grado de complejidad de una comunidad biótica de avifauna urbana (cuantificado en la riqueza, diversidad y proporción de especies nativas en estos casos de estudio) es sensible a la acumulación del capital en áreas urbanas con diferentes características históricas y urbanísticas. Además, los índices de diversidad alfa (especialmente el índice de diversidad de Shannon) fue la variable que mostró mayor concordancia con el nivel socioeconómico, siendo el indicador más empleado en la literatura para constatar el Efecto del Lujo (Leong et al., 2018). Sin embargo, el nivel socioeconómico posee una menor capacidad para explicar las variables de composición que en Phoenix o Vancouver, especialmente en el nivel de endemismo. Esta disparidad se podría atribuir a la historia natural de la especie *Mimus thenca*, puesto que sus individuos tienen una alta preferencia por parches de especies arbóreas y arbustivas nativas (*Lithraea caustica*, *Peumus boldus*, *Cestrum parqui*, *Cryptocaria alba*, *Aristotelia chilensis*, *Schinus sp.*, *Puya sp.*) como hábitat fundamental para llevar a cabo su alimentación, nidificación, reposo y reclamo territorial, los cuales se encuentran concentrados a mayor altitud debido a la expansión de la zona urbana en La Florida (Rugiero & Wyndham, 2013; Martínez & González, 2017). No obstante, tiende a ocupar las áreas verdes (parques, plazas y jardines) de las zonas urbanas cercanas a estos parches naturales (Martínez & González, 2017).

Las variables que miden la estructura de las comunidades (índice de diversidad de Shannon e índice de dominancia de Simpson) de la avifauna urbana podrían

constatar el Efecto del Lujo en La Florida. Si bien, los remanentes del bosque y matorral esclerófilo en las zonas de mayor altitud aportan individuos de especies de avifauna nativa (*Veniliornis lignarius*, *Falco sparverius*, *Troglodytes aedon*, *Zonotrichia capensis*, *Diuca diuca*, *Sturnella loyca*, *Mimus thenca*, *Vanellus chilensis*, *Phrygilus fruticeti*, entre otros) en las áreas residenciales de mayor nivel socioeconómico, los factores bióticos y abióticos en los barrios tienden a equilibrar la abundancia relativa de cada especie, además de favorecer la existencia de algunas especies exóticas sinantrópicas (*Columbia livia*, *Myiopsitta monachus* y *Passer domesticus*). De esta forma, los altos niveles de diversidad en los barrios de mayor poder adquisitivo en esta comuna (Santa Sofía de Lo Cañas, Lo Cañas, Alto Macul, Jardines de La Viña) conforman zonas periurbanas con moderados niveles de urbanización debido a la heterogénea composición y estructura de la vegetación, la alta variedad y cantidad de recursos alimenticios e hídricos proporcionados voluntaria o involuntariamente por los habitantes, la cercanía a hábitats de borde y la hipótesis de perturbación intermedia -donde la presencia humana ahuyenta a las especies nativas y exóticas más dominantes, permitiendo la proliferación aminorada de especies menos abundantes- (Blair, 1996). De la misma manera, las áreas residenciales de mayor nivel socioeconómico en Estación Central (Valle Verde, Villa Fernando Gualdopalma y Sector Las Parcelas) muestran un menor grado de urbanización que el resto de la comuna, especialmente en comparación con los barrios correspondientes al grupo socioeconómico D que tienen mayor densidad en las superficies edificadas e impermeables producto de la herencia de las normativas de Maipú (comuna que históricamente ha albergado más población). Por ejemplo, el sector de Valle Verde (puntos de muestreo Neptuno, Laguna Abascal y Pasaje El Tricahue) es la zona de expansión urbana más reciente de Estación Central (1981-2009) que se caracteriza por concentrar condominios cerrados y edificios residenciales de baja densidad, los cuales se separan del resto del territorio comunal por la existencia de zonas industriales al sur de la Avenida Gladys Marín Millie (sin sacrificar su conectividad con el resto del Gran Santiago), proporcionándoles un estatus de exclusividad que ha atraído a habitantes de ingresos medios y altos (Habiterra Ltda. Consultores, 2020). Por su parte, la Villa

Fernando Gualdapalma (Punto de muestreo Las Araucarias) y el Sector Las Parcelas (Puntos de muestreo Las Acacias y Rey Gustavo Adolfo) constituyen conjuntos de viviendas sociales (destinadas a los trabajadores del ferrocarril de medianos y altos ingresos) diseñadas por empresas nacionales previo al establecimiento del sistema neoliberal (Habiterra Ltda. Consultores, 2020). De esta manera, la baja densidad de sus edificaciones ha favorecido la presencia de vegetación herbácea, arbustiva y arbórea en áreas verdes circundantes y jardines (Habiterra Ltda. Consultores, 2020) que promueve la llegada de especies de avifauna nativa (*Turdus falklandii*, *Troglodytes aedon*, *Zenaida auriculata*, *Phytotoma rara*, *Leptasthenura aegitaloides*, entre otros) (Martínez & González, 2017). Por este motivo, el Efecto del Lujo en ambas comunas actúa de forma acoplada con la gradiente de desarrollo urbano hallado por Blair (1996), demostrando que el nivel socioeconómico aumenta la complejidad de las comunidades bióticas de avifauna. Además, la interacción entre el nivel socioeconómico y el estado de desarrollo de la urbanización en estas comunas del Gran Santiago concuerda con el patrón establecido por Chamberlain et al. (2019) en Sudáfrica al indicar que el Efecto del Lujo en las ciudades del Sur Global opera de la misma manera que en las del Norte Global si las áreas residenciales tienen una baja densidad de edificaciones y superficies impermeables y viceversa. Esta última condición se observa en el punto de muestreo Conde del Maule (CDM) en Estación Central, que a pesar de estar situada en una zona censal de nivel socioeconómico medio alto (C2), el alto grado de urbanización y densificación de condominios en altura que ha sido sometido el sector de Ecuador ha provocado la aparición de islas de calor urbano y zonas sin ventilación a escala microclimática, perturbaciones antrópicas que generan que las comunidades de avifauna adquieran mayor homogeneidad en la composición (protagonizada por el predominio de individuos correspondientes a especies exóticas sinantrópicas) y menor complejidad en su estructura (con valores bajos en riqueza, diversidad y altos en dominancia) (Chamberlain et al., 2019; Romero & Mendes, 2020).

Además, las diferencias estadísticamente significativas entre los barrios de grupos socioeconómicos opuestos (ABC1 y D) en la diversidad de avifauna urbana

en ambas áreas de estudio reflejan las disparidades en la riqueza entre estas mismas clases sociales en la vegetación arbórea y arbustiva en el Gran Santiago en el 2014 (Hernández & Villaseñor, 2017). En consecuencia, la alta heterogeneidad socioeconómica y segregación socioespacial de La Florida situada en la Nueva Periferia Neoliberal de Lukas et al. (2020) se traduce en una segregación biótica en sus comunidades de avifauna urbana, favorecida por la preferencia de los habitantes de alto poder adquisitivo para establecerse en barrios colindantes a áreas de alto valor ecológico y bajo grado de urbanización. A su vez, la amplia variedad de zonas censales de distinto nivel socioeconómico en Estación Central y La Florida refleja el modelo de Ciudad Fragmentada latinoamericana, en donde las comunidades de avifauna urbana son sensibles a sus diferentes condiciones ambientales.

En términos metodológicos, esta investigación otorga resultados similares empleando el mismo método (punto de radio fijo de 50 m) y tiempo de muestreo (5 minutos) que en los de Melles (2005) y de McGregor-Fors & Schondube (2011) en ecorregiones y áreas con morfología urbanas diferentes, demostrando su aplicabilidad para futuros estudios.

Debido a la identificación de especies migratorias en el estudio (*Elaenia albiceps*, *Sephanoides sephaniodes* y *Molothrus bonariensis*) (Martínez & González, 2017), sería de gran interés hacer un análisis del Efecto del Lujo multitemporal en comunas del Gran Santiago o en ciudades intermedias de la Zona Norte y Central de Chile que presenten una alta heterogeneidad socioeconómica. Considerando que la Zona Central de Chile está experimentando una continua disminución de las precipitaciones y humedad relativa del aire, es factible que la intensidad Efecto del Lujo se intensifique en estas comunas en las próximas décadas, puesto que este fenómeno se refuerza en zonas semiáridas y con el tiempo (Garreaud, 2011; Hope et al., 2008; Leong et al., 2018). Adicionalmente, es de alta relevancia incorporar a otros taxones (herpetofauna, mamíferos pequeños, artrópodos, vegetación leñosa, entre otros) para constatar si muestran un comportamiento similar a la avifauna urbana, además de cuantificar las

características del hábitat a través de las comunidades vegetales (índices de diversidad alfa y/o cobertura) y su heterogeneidad incorporando elementos de la infraestructura urbana (postes, límites de propiedad, cables, tejados, entre otros) para determinar si se relacionan con el nivel socioeconómico.

5. Conclusiones

La variación espacial de las comunidades bióticas de avifauna urbana muestra relación con el nivel socioeconómico en las comunas de La Florida y Estación Central, por ende, se constata el fenómeno del Efecto del Lujo en una urbe latinoamericana con una acentuada desigualdad en la repartición de los ingresos de la población. No obstante, la selección de dos comunas con diferentes períodos de urbanización, configuración geomorfológica y ecosistémica evidencia que el Efecto del Lujo de la avifauna urbana no es homogéneo en el Gran Santiago, ya que disminuye su intensidad a medida que los barrios residenciales se localicen más cercanamente a áreas de alto valor ecológico y viceversa. De esta manera, el nivel socioeconómico tiende a actuar de forma acoplada con el grado de urbanización, ya que los barrios de mayores ingresos generalmente se localizan en áreas con una reducida cobertura de superficie edificada e impermeable y viceversa. El nivel socioeconómico condiciona las diferencias en los índices de estructura en las comunidades bióticas de avifauna, mientras que la altitud ejerce un mayor grado de influencia en el grado de endemismo. Estos patrones del Efecto del Lujo recalcan la necesidad y relevancia de implementar medidas en la planificación urbana top-down sensibles a las condiciones intrínsecas de cada comuna, así como promover y apoyar iniciativas de la sociedad civil (bottom-up) -como, por ejemplo, huertos urbanos- en los barrios de menores ingresos, favoreciendo el establecimiento de una mayor cantidad y variedad de especies nativas con sus consecuentes servicios ecosistémicos que brinden una mejora en la calidad de vida de los habitantes y mayores posibilidades de sobrevivencia de las aves silvestres en el ecosistema

urbano, en concordancia con el Objetivo N°11 del Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas.

6. Referencias

Ackley, J.W., Wu, J, Angilletta Jr, M.J., Myint, S.W. & Sullivan B. (2015). Rich lizards: how affluence and land cover influence the diversity and abundance of desert reptiles persisting in an urban landscape. *Biology Conservation*, 182, 87–92. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.11.009>.

Asociación de Investigadores de Mercado & ENTEL. (2012). Actualización Grupos Socioeconómicos 2012. Recuperado de <https://www.udd.cl/wp-content/uploads/2013/06/Informe-Actualizaci%C3%B3n-GSE-2012.pdf>. Acceso el 10 de noviembre, 2021.

BirdLife International. (2004). *Birds as a 'Quality of Life' indicator in the United Kingdom*. Recuperado de <http://www.birdlife.org/datazone/sowb/casestudy/272>. Acceso el 7 de noviembre, 2021.

Blair, R. B. (1996). Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological applications*, 6(2), 506-519. <https://doi.org/10.2307/2269387>.

Borsdorf, A. (2003). Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana. *EURE (Santiago)*, 29(86), 37-49. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612003008600002>.

Celis-Diez, J. L., Muñoz, C. E., Abades, S., Marquet, P. A., & Armesto, J. J. (2017). Biocultural homogenization in urban settings: Public knowledge of birds in city parks of Santiago, Chile. *Sustainability*, 9(4), 485. <https://doi.org/10.3390/su9040485>.

Chamberlain, D. E., Henry, D. A., Reynolds, C., Caprio, E., & Amar, A. (2019). The relationship between wealth and biodiversity: A test of the Luxury Effect on bird

species richness in the developing world. *Global Change Biology*, 25(9), 3045-3055. <https://doi.org/10.1111/gcb.14682>.

De la Maza, C., Hernández, J., Bown, H., Rodríguez, M., & Escobedo, F. (2002). Vegetation diversity in the Santiago de Chile urban ecosystem. *Arboricultural journal*, 26(4), 347-357. <https://doi.org/10.1080/03071375.2002.9747349>.

Díaz, I., & Armesto, J. (2003). La conservación de las aves silvestres en ambientes urbanos de Santiago. *Ambiente y desarrollo*, 19(2), 31-38.

Dinno, A. (2015). Nonparametric pairwise multiple comparisons in independent groups using Dunn's test. *The Stata Journal*, 15(1), 292-300. <https://doi.org/10.1177/1536867X1501500117>.

Faeth, S.H., Saari, S. & Bang, C. (2012). Urban biodiversity: patterns, processes and implications for conservation. *eLS John Wiley & Sons*, 1-12. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0023572>.

Fernández-Juricic, E. (2000). Bird community composition patterns in urban parks of Madrid: The role of age, size and isolation. *Ecological research*, 15(4), 373-383. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1703.2000.00358.x>.

Fragkou, M., & Vásquez, C. (2018). El pasto es siempre más verde que el cactus: modificaciones hidrometabólicas, producción de áreas verdes, y justicia ambiental urbana en el desierto de Atacama, Chile. En A. Ulloa, & H. Romero (Eds.), *Agua y disputas territoriales en Chile y Colombia* (pp. 429-458). Bogotá: Colección General.

Fuentes, L., Mac-Clure, O., Moya, C., & Olivos, C. (2017). Santiago de Chile: ¿ciudad de ciudades? Desigualdades sociales en zonas de mercado laboral local. *Revista de la CEPAL*, 121, 93-109.

Fuller, R. M., Irvine, K. M., Devine-Wright, P., Warren, P. H., & Gaston, K. J. (2007). Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biology Letters*, 3(4), 390–394. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0149>.

Garreaud, R. (2011). Cambio climático: bases físicas e impactos en Chile. *Revista Tierra Adentro-INIA*, 93.

Grimm, N., Faeth, S., Golubiewski, N., Redman, C., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. (2008). Global Change and the Ecology of Cities. *Science*, 319(5864), 756-760. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>.

Habiterra Ltda. Consultores. (2020). Estudio de Diagnóstico Comunal. Estudio: Diagnóstico e Imagen Objetivo Actualización Plan Regulador Comunal de Estación Central. Licitación Pública ID 640-6-LR19. Santiago de Chile.

Hernández, H. J., & Villaseñor, N. R. (2018). Twelve-year change in tree diversity and spatial segregation in the Mediterranean city of Santiago, Chile. *Urban Forestry & Urban Greening*, 29, 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.10.017>.

Hope, D., Gries, C., Zhu, W., Fagan, W. F., Redman, C. L., Grimm, N. B., Nelson, A.L. Martin, C. & Kinzig, A. (2003). Socioeconomics drive urban plant diversity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 100(15), 8788-8792. <https://doi.org/10.1073/pnas.1537557100>.

Howes, C., & Reynolds, C. (2021). Absence of a Luxury Effect on bird alpha diversity in a rapidly developing African city, but surrounding landscape is key. *Landscape and Urban Planning*, 213. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104095>.

Ilustre Municipalidad de La Florida. (2019). *La Comuna*. Recuperado de <https://www.laflorida.cl/sitio/municipalidad/la-comuna/>. Acceso el 11 de noviembre, 2021.

Instituto Nacional de Estadísticas (2015). *Actualización de Zonas Censales*. Recuperado de <https://geoarchivos.ine.cl/File/boletines/Actualizaci%C3%B3n%20Zonas%20Censales.pdf>. Acceso el 10 de noviembre, 2021.

Instituto Nacional de Estadísticas. (2017). *Síntesis de resultados CENSO 2017*. Santiago.

Irrázaval, F. (2012). El imaginario "verde" y el verde urbano como instrumento de consumo inmobiliario: configurando las condiciones ambientales del área

metropolitana de Santiago. *Revista Invi*, 27(75), 73-103.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582012000200003>.

Kassambara, A. (2017). Practical Guide to Principal Component Methods in R.

Kinzig, A. P., Hope, D., & Katti, M. (2005). The effects of human socioeconomic status and cultural characteristics on urban patterns of biodiversity. *Ecology and Society*, 10(1). <https://www.jstor.org/stable/26267712>.

Leong, M., Bertone, M.A., Bayless, K.M., Dunn, R.R., & Trautwein, M.D. (2016). Exoskeletons and economics: indoor arthropod diversity increases in affluent neighbourhoods. *Biology letters*, 12(8), 1-5. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2016.0322>.

Leong, M., Dunn, R. R., & Trautwein, M. D. (2018). Biodiversity and socioeconomic in the city: a review of the luxury effect. *Biology Letters*, 14(5), 1-6. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0082>.

López-Morales, E., & Ramos, H. O. (2019). Ni proletarios ni propietarios: especuladores. Una radiografía a los agentes de mercado de la gentrificación inmobiliaria en Santiago de Chile. *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y Ciencias Sociales*.

Loss, S. R., Ruiz, M. O., & Brawn, J. D. (2009). Relationships between avian diversity, neighborhood age, income, and environmental characteristics of an urban landscape. *Biological Conservation*, 142(11), 2578-2585. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.06.004>.

Luck, G.W., Smallbone, L.T., Sheffield, K.J. (2013). Environmental and socio-economic factors related to urban bird communities. *Austral Ecology*, 38(1), 111-120. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2012.02383.x>.

Lukas, M., Fragkou, M. C., & Vásquez, A. (2020). Hacia una ecología política de las nuevas periferias urbanas: suelo, agua y poder en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, (76), 95-119. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022020000200095>.

Martínez, D., & González, G. (2017). *Guía de campo y breve historia natural. Aves de Chile*. (1st ed.). Ediciones del Naturalista.

McGregor-Fors, I., & Schondube, J.E. (2011). Gray vs. green urbanization: relative importance of urban features for urban bird communities. *Basic and Applied Ecology*, 12(4), 372-381. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2011.04.003>.

Melles, S. (2005). Urban bird diversity as an indicator of human social diversity and economic inequality in Vancouver, British Columbia. *Urban Habitats*, 3(1), 25-48. ISSN 1541-7115.

Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. (1st ed.) GORFI Zaragoza.

Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal* (1st ed.). Editora El País.

NASA (2021). Alaska Satellite Facility (ASF), Data Search. Recuperado de <https://search.asf.alaska.edu/#/>. Acceso el 9 de noviembre, 2021.

Observatorio de Ciudades de la Universidad Católica (OCUC). (2017). *ISMT*. Recuperado de https://ideocuc-ocuc.hub.arcgis.com/datasets/97ae30fe071349e89d9d5ebd5dfa2aec_0/explore. Acceso el 1 de noviembre, 2021.

Organización de las Naciones Unidas. (2018). *World Urbanization Prospects 2018*. Recuperado de <https://population.un.org/wup/Download/>. Acceso el 6 de noviembre, 2021.

[dataset] Organización de las Naciones Unidas. (2020). *Population and rates of growth in urban areas and capital cities*. UN data. http://data.un.org/ Docs/SYB/PDFs/SYB61_253_Population%20Growth%20Rates%20in%20Urban%20areas%20and%20Capital%20cities.pdf.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2020). *Income Inequality*. Recuperado de <https://data.oecd.org/inequality/income-inequality.htm>. Acceso el 7 de noviembre, 2021.

Ortiz, J., & Escolano, S. (2013). Movilidad residencial del sector de renta alta del Gran Santiago (Chile): hacia el aumento de la complejidad de los patrones socioespaciales de segregación. *Eure (Santiago)*, 39(118), 77-96. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612013000300004>.

Pauchard, A., & Barbosa, O. (2013). Regional Assessment of Latin America: Rapid Urban Development and Social Economic Inequity Threaten Biodiversity Hotspots. En T. Elmqvist, M. Fragkias, J. Goodness, B. Güneralp, P.J. Marcotullio, R.I. McDonald, S. Parnell, M. Schewenius, M. Sendstad, K. Seto, & C. Wilkinson (Eds.), *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment* (pp. 589-608). Springer Nature.

Pickett, S.T., Cadenasso, M.L., Childers, D.L., McDonnell, M.J., & Zhou, W. (2016). Evolution and future of urban ecological science: ecology in, of and for the city. *Ecosystem health and sustainability*, 2(7), 1-16. <https://doi.org/10.1002/ehs2.1229>.

Reynolds, C., Byrne, M. J., Chamberlain, D. E., Howes, C. G., Seymour, C. L., Sumasgutner, P., & Taylor, P. J. (2021). Urban animal diversity in the Global South. En C.M. Shackleton, S. Cilliers, E. Davoriel, M.J. du Toit (Eds.), *Urban ecology in the Global South* (pp. 169-202). Springer.

Romero, H., & Mendes, F. H. (2020). Comodificação dos climas urbanos e criação de injustiças socioclimáticas em Santiago do Chile. *Entre-Lugar*, 11(22), 40-56. <https://doi.org/10.30612/el.v11i22.12868>.

Romero, H., (2021). Islas y ondas de calor y concentraciones de contaminación atmosférica como indicadores de segregación socioambiental urbana: Ejemplo de Santiago de Chile. En A.M. Pardo-Montaña, & M. Reyes (Eds.), *Acercamientos multidisciplinarios a experiencias de segregación, migración y marginación en contextos latinoamericanos* (pp. 199-230). Universidad de Guanajuato, México.

Romero, H., & Vásquez, A. (2005). Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile. *Eure (Santiago)*, 31(94), 97-117. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612005009400006>.

Romero, H., Fuentes, C., & Smith, P. (2010). Ecología política de los riesgos naturales y de la contaminación ambiental en Santiago de Chile: necesidad de justicia ambiental. *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y Ciencias Sociales*, 331(52), 1-14. ISSN: 1138-9788.

Rugiero, V., & Wyndham, K. (2013). Identificación de capacidades para la reducción de riesgo de desastre: enfoque territorial de la participación ciudadana en la precordillera de comuna de La Florida, Santiago de Chile. *Investigaciones Geográficas*, 46, 57-78. <https://doi.org/10.5354/0719-5370.2014.30283>.

Ruiz-Tagle, J. (2016). La persistencia de la segregación y la desigualdad en barrios socialmente diversos: un estudio de caso en La Florida, Santiago. *Eure (Santiago)*, 42(125), 81-108. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612016000100004>.

Salgado, M., Romero, H., Vásquez, A., & Fuentes, C. (2009). Segregación Socio-Ambiental en espacios urbanos. Estudio de caso en la comuna de Peñalolén. *Cuadernos de Trabajo Volumen N°1 Subprograma Domeyko, Política, Pobreza y Exclusión Social, Universidad de Chile, Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo, Departamento de Investigación*, 14-32.

Sarricolea, P., & Martín, J. (2014). El estudio de la isla de calor urbana de superficie del área metropolitana de Santiago de Chile con imágenes terra-MODIS y análisis de componentes principales. *Revista de Geografía Norte Grande*, (57), 123-141. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022014000100009>.

Seto, K., Parnell, S., & Elmqvist, T. (2013). A Global Outlook on Urbanization. En T. Elmqvist, M. Fragkias, J. Goodness, B. Güneralp, P.J. Marcotullio, R.I. McDonald, S. Parnell, M. Schewenius, M. Sendstad, K. Seto, & C. Wilkinson (Eds.),

Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment (pp. 1-12). Springer Nature.

Shaw, L.M., Chamberlain, D., Evans, M. (2008). The House Sparrow (*Passer domesticus*) in urban areas: reviewing a possible link between post-decline distribution and human socioeconomic status. *Journal of Ornithology*, 149(3), 293-299. <https://doi.org/10.1007/s10336-008-0285-y>.

Silva, C.P., García, C.E., Estay, S.A., & Barbosa, O. (2015). Bird richness and abundance in response to urban form in a Latin American city: Valdivia, Chile as a case study. *PLoS One*, 10(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138120>.

Spiegel, M., & Stephens, L. (2009). *Estadística. Serie Schaum*. (4th ed.). Mc Graw Hill.

Strochbach, M.W., Haase, D., Kabisch, N. (2009). Birds and the city: urban biodiversity, land use, and socioeconomics. *Ecology and Society*, 14 (2), 1-16. <https://www.jstor.org/stable/26268315>.

Szupiany, E. B. (2018). La ciudad fragmentada: una lectura de sus diversas expresiones para la caracterización del modelo latinoamericano. *Estudios Sociales Contemporáneos*, 19, 99-116. ISSN: 2451-5965

Van Heezik, Y., & Hight, S. R. (2017). Socio-economic driven differences in bird-feeding practices exacerbate existing inequities in opportunities to see native birds in cities. *Journal of Urban Ecology*, 3(1), 1-7. <https://doi.org/10.1093/jue/jux011>.

Wood, E. M., & Esaian, S. (2020). The importance of street trees to urban avifauna. *Ecological Applications*, 30(7), 1-20. <https://doi.org/10.1002/eap.2149>.

Yazici, B., & Yolacan, S. (2007). A comparison of various tests of normality. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 77(2), 175-183. <https://doi.org/10.1080/10629360600678310>.