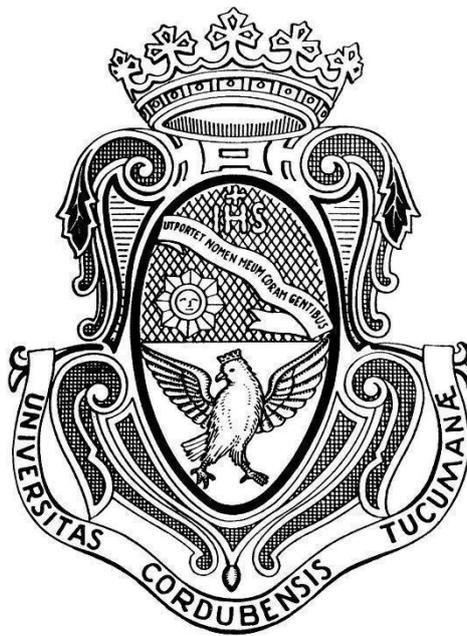


Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Carrera de Ciencias Biológicas

***Respuesta numérica y comportamental de las
aves rapaces en relación a gradientes de
urbanización en la provincia de La Pampa***



Tesinista: *Mariano Eluney Pérez*

Firma

Directora: *Dra. Claudina Solaro*

Firma

Cátedra de Biología de la Conservación, Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales, Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam)

Año 2023

***Respuesta numérica y comportamental de las
aves rapaces en relación a gradientes de
urbanización en la provincia de La Pampa***

Tribunal Examinador

Nombre y Apellido: *Dra Susana Peluc*

Firma:

Nombre y Apellido: *Dra Laura Bellis*

Firma:

Nombre y Apellido: *Biol. Guillermo Sferco*

Firma:

Calificación:

Fecha: 22/12/23

ÍNDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
Objetivo general	6
Objetivos específicos.....	6
Hipótesis.....	7
MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
Área de estudio.....	8
Muestreos en transectas de ancho variable	11
Medición de la FID	12
Análisis estadístico.....	13
RESULTADOS	16
Riqueza:.....	16
Abundancia:	20
Diversidad:	22
FID	23
DISCUSIÓN.....	30
BIBLIOGRAFÍA	34

RESUMEN

La urbanización es un complejo proceso que implica una transformación del hábitat natural para asentamientos humanos, ocasionando la pérdida de la biodiversidad. Sin embargo, existen algunos casos en los que estos cambios podrían generar las condiciones suficientes para que ciertas especies de aves rapaces sean capaces de explotar las nuevas oportunidades que allí surgen. El objetivo de esta tesis fue evaluar la respuesta numérica y comportamental de las aves rapaces a los gradientes de urbanización en la provincia de La Pampa. Para abordar el estudio, se planteó un gradiente de urbanización que contemple los estratos urbano-suburbano-rural. En este se analizó, por un lado la riqueza de especies, su abundancia y diversidad, y por otro lado se midió la distancia de iniciación del vuelo (FID) como indicador de miedo que las aves rapaces le tienen al hombre. Se encontró que los hábitats suburbanos presentaron los mayores valores de riqueza y abundancia de aves rapaces en tanto que las aves que viven en ambientes urbanos son las que presentan menores distancias de huida por lo tanto menor miedo al hombre. Estos resultados ponen de manifiesto la capacidad de algunas especies de aves rapaces para hacer frente a los cambios generados por los procesos de urbanización y dan importancia a aquellos hábitats de urbanización moderada ya que podrían ofrecer a este grupo de aves las condiciones necesarias para desarrollarse.

Palabras claves: Urbanización, aves rapaces, FID, gradientes, región pampeana, modelos lineales generalizados mixtos, diversidad

INTRODUCCIÓN

El término urbanización hace referencia a un tipo particular de transformación del hábitat natural en el cual hay una sustancial modificación del área para el asentamiento humano. Estas modificaciones consisten en la generación de zonas residenciales, comercios, industrias y todo lo que conlleve a satisfacer las necesidades de los habitantes de estas zonas urbanizadas (Chace and Walsh 2006). Es un complejo proceso en el cual intervienen varios factores, siendo la presencia humana la más destacada. Desde el siglo XIX con la revolución industrial, el hombre ha cambiado la forma de producción - insertándose en un nuevo paradigma socio-económico. Esto conllevó a una intensificación de la explotación y manejo de los recursos naturales. Desde entonces, las tasas de extracción y uso de los recursos se vieron drásticamente aumentada a ritmos sin precedentes. Como respuesta a este nuevo paradigma, la población humana comenzó a concentrarse en ciudades, desplazándose desde las zonas rurales hacia zonas urbanas de diferentes tamaños.

Con el inminente crecimiento de las ciudades, sus fronteras se expanden ocasionando la pérdida y destrucción del hábitat original. Al inducir este cambio, no obstante, surgen nuevas oportunidades de nichos que posibilitan la entrada de ciertos individuos de algunas especies, capaces de explotar estas nuevas oportunidades y responder positivamente a los cambios (Shea and Chesson 2002). Se ha estudiado que las ciudades tienen una estable oferta de recursos alimenticios que en otros hábitats no se encontraría (Leveau et al. 2015).

Los procesos de urbanización no son homogéneos alrededor del mundo, esto hace que exista una necesidad de profundizar sobre cómo es que la urbanización actúa selectivamente frente a las especies silvestres. Una manera efectiva de estudiar el impacto que ejerce la urbanización sobre las comunidades de seres vivos, es medir la riqueza y la abundancia relativa de las especies que habitan diferentes áreas utilizando gradientes de urbanización. Estos gradientes deben contemplar una variabilidad de hábitats que abarquen diferentes posibilidades, desde hábitats no urbanizados a muy urbanizados (McDonnell et al. 1993). Diferentes estudios en gradientes de urbanización han registrado una relación negativa entre el nivel de urbanización y la riqueza de especies de aves, aunque niveles intermedios de urbanización pueden tener mayor riqueza de especies que las áreas no urbanas (Blair 1996; Chace and Walsh 2006; Leveau 2015).

Un número creciente de estudios muestran que la presencia humana altera el comportamiento animal (Sol et al. 2013). Este fenómeno está implicado en las distintas habilidades que desarrolla un individuo frente a la urbanización. Las urbes posicionan a las especies ante un nuevo escenario evolutivo, con una rapidez de cambio a la cual no se han enfrentado previamente (Carrete and Tella 2013). En este sentido, la flexibilidad en el comportamiento es un aspecto fundamental por el que sólo algunos individuos en una población logran adaptarse a los cambios relacionados a la urbanización (Møller 2009; Shochat et al. 2006; Sol et al. 2002).

Un rasgo comportamental influyente en la adaptación de las especies silvestres al proceso de urbanización es el miedo hacia el hombre (Blumstein 2006). Este comportamiento ha sido estudiado en diferentes grupos de animales, pero principalmente se ha profundizado en aves (Díaz et al. 2008; Møller 2008; Samia Blumstein et al. 2017). El miedo al hombre se puede cuantificar mediante la Distancia de Iniciación al Vuelo (FID, por sus siglas en inglés). La FID (de ahora en más) se define como la distancia a la cual un animal huye de una inminente amenaza (Blumstein 2003). Los etólogos, entienden que la FID puede ser interpretada como un comportamiento anti-predatorio. Cuando un ave detecta a un ser humano o cualquier otro predador aproximándose, debe decidir si volar o permanecer en el lugar hasta que la amenaza sea inminente, en tal caso iniciará su vuelo sin alternativas. La FID es una medida razonable a la hora de una métrica de comparación en cuanto al estado de alerta y es una característica variable a distintos niveles de organización: entre especies, dentro de las mismas entre sus poblaciones y dentro de las poblaciones entre individuos (Blumstein 2003). Al entender sus variaciones, se conoce cómo es que el miedo estructura las comunidades; así como también va a predecir cuáles serán aquellos individuos capaces de coexistir en sintonía con los seres humanos (Blumstein 2006). Tomando en cuenta tales variaciones, habrá ciertos individuos que presentan una menor FID que otros, lo cual les permitirá habitar sitios en los que la presencia del hombre es más próxima y por otro lado existen individuos con valores de FID mayores y en consecuencia con una menor tolerancia al acercamiento del hombre (Møller 2010).

Dentro de las aves, existe el grupo de las aves rapaces. En este grupo podemos encontrar aquellas aves que utilizan sus garras y pico para alimentarse (matar a sus presas o manipular alimento). Ejemplos de estas son las águilas, aguiluchos (pertenecientes al orden Accipitriforme), lechuzas y búhos (Strigiformes) y halcones (Falconiformes). Las

aves rapaces son entonces depredadores que se encuentran en el tope en la cadena alimentaria, lo cual hace que sean claves en los ecosistemas ya que las modificaciones en sus poblaciones producen efectos en forma de cascada en todos los niveles tróficos inferiores. Además, dado que este grupo de aves son especialmente sensibles a las alteraciones ambientales como podrían ser el uso de agroquímicos, destrucción de hábitat, avance de la urbanización, etc, sus poblaciones podrían verse seriamente afectadas ante este tipo de perturbaciones (Newton 1979). En este sentido, las rapaces podrían considerarse como indicadores de cuán degradado se encuentra un ambiente (Britten et al. 2014). Varios estudios evidencian que los disturbios antrópicos afectan de manera negativa a su reproducción, riqueza y diversidad (Blair 1996; Carrete Tella et al. 2009; Pedrana et al. 2008; Solaro 2018). Pero, por otro lado, este grupo de aves puede ser encontrado habitando todos los estratos estudiados en los gradientes de urbanización (Carrete and Tella 2013).

Para conocer cuáles son los efectos de la urbanización sobre la fauna silvestre escogimos al grupo de aves rapaces como sistema de estudio. Las principales ventajas de trabajar con las aves rapaces son su abundancia tanto en ambientes rurales como urbanos y su fácil detección a una distancia considerable para el ojo humano (~200m). Esta última se relaciona con el gran tamaño corporal que posee la mayoría de las especies que habitan en la zona de estudio.

Para este trabajo de tesina de grado nos planteamos como objetivo general:

Objetivo general

Conocer la respuesta de las comunidades de aves rapaces a los gradientes de urbanización en localidades de diferente tamaño de la provincia de La Pampa

Objetivos específicos

1. Cuantificar la variación en la riqueza, abundancia y diversidad de aves rapaces en localidades de diferentes tamaños de la provincia de La Pampa contemplando gradientes de urbanización urbano-suburbano-rural.
2. Conocer la influencia de los mismos gradientes de urbanización sobre la distancia de huida de los individuos que integran las comunidades de aves rapaces en la zona de estudio.

Hipótesis

1. La urbanización afecta negativamente los parámetros de riqueza, abundancia y diversidad de las aves rapaces
2. El gradiente de urbanización repercute en el comportamiento de las aves rapaces tal que la distancia de huida variará de acuerdo al nivel de urbanización.

Predicción asociada:

- Ante la presencia de humanos, los individuos en niveles de urbanización alto evidenciarán FID menores que individuos en sitios de menor grado de urbanización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los muestreos fueron realizados a fines de verano y comienzo de otoño de 2017 con el propósito de evitar la época reproductiva de las especies.

Para abordar este estudio, fue necesario plantear un gradiente de urbanización (Garaffa et al. 2009). En este caso el gradiente contempló tres estratos: urbano, suburbano y rural. El estrato urbano, con una gran densidad poblacional, calles asfaltadas, muy relacionadas al núcleo de la urbanización y sector comercial. El estrato suburbano, con densidad poblacional media a baja, pocas viviendas por cuadras, en su mayoría con grandes patios y mucha vegetación. El estrato rural, menos poblado de todos, con una matriz agraria en su mayoría y rutas en su cercanía. Los estratos urbano y suburbano estuvieron incluidos dentro de localidades muy variables en cuanto a su estructura y tamaño. En este sentido se trabajó en ciudades compuestas de edificios de diferentes tamaños, calles asfaltadas y no asfaltadas, zonas residenciales y comerciales, barrios, etc. También se contemplaron urbanizaciones de menor tamaño poblacional que no necesariamente presentaron dicha configuración. Es el caso de los pueblos, que en general no cuentan con la presencia de edificios altos, ni centros comerciales desarrollados ni muy concurridos, la densidad poblacional es baja y hay menor movimiento de personas y vehículos.

Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en el centro-este de Argentina dentro de la región pampeana (Cabrera 1976) en su límite con el espinal. Dicha región ocupa un área aproximada de 550.000 km^2 , con un clima templado cuya temperatura varía entre los 13°C y 17°C y su precipitación 1100 mm anuales en el norte, siendo 600 mm anuales en el sur.

Realizamos los muestreos en 19 localidades de la provincia de La Pampa pertenecientes a dicha región (Fig. 1). Las localidades estudiadas presentaron distintos números de habitantes (Tabla 1), comprendiendo una ciudad grande (Santa Rosa con 103241 habitantes) hasta aquellas localidades de muy pequeño tamaño (por ejemplo Metileo con 573 habitantes) (INDEC 2011). En cada una de ellas, se realizaron muestreos en los tres niveles del gradiente urbanización: el estrato urbano, estrato suburbano y estrato rural.

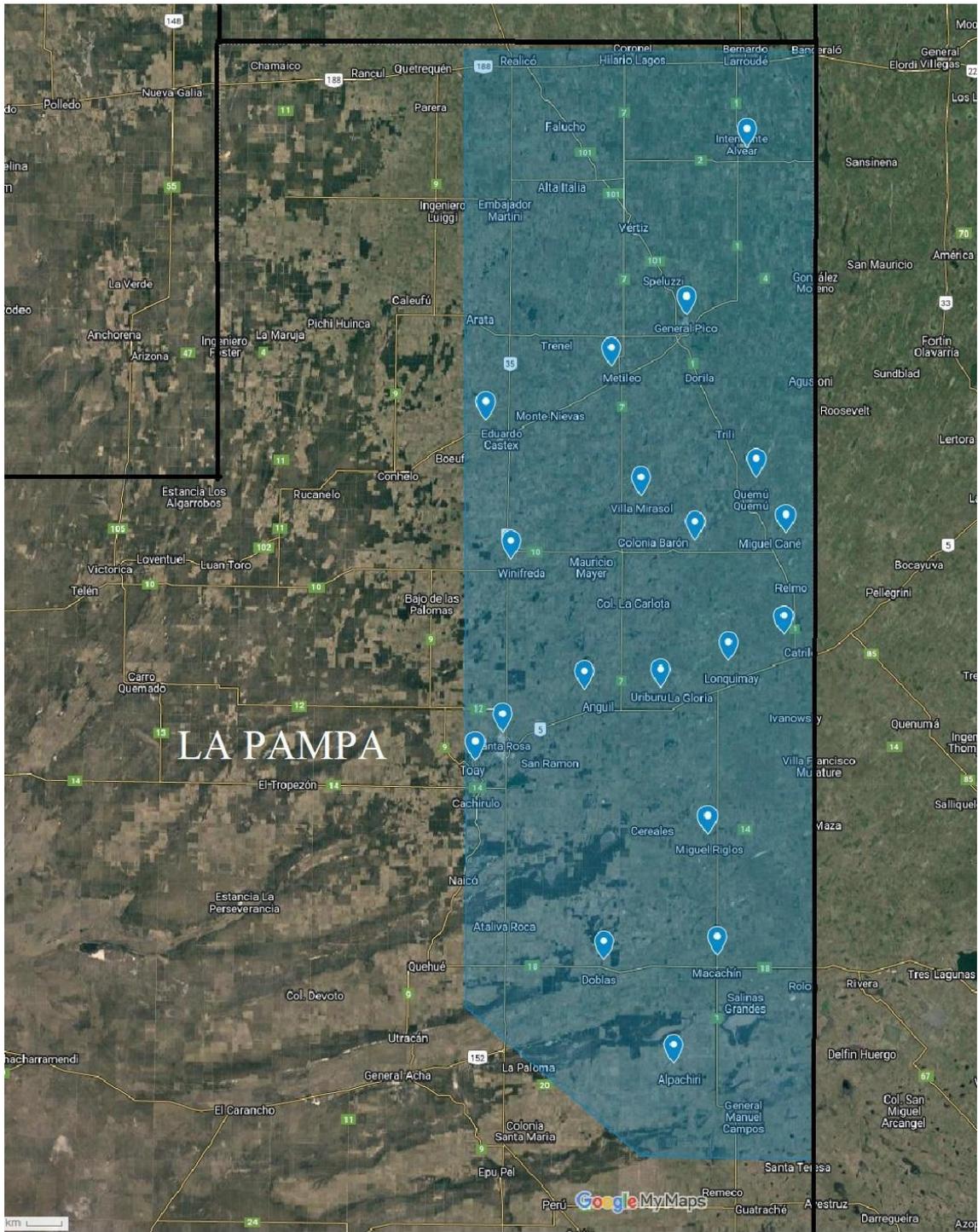


Fig. 1 - Mapa del área de estudio indicando las distintas localidades donde se llevaron a cabo todos los muestreos

Tabla 1- *Localidades muestreadas con sus respectivos números de habitantes según censo Indec 2011.*

Localidad	Habitantes
Metileo	573
Villa Mirasol	658
Miguel Cané	803
Uriburu	1193
Lonquimay	1749
Doblas	1762
Anguil	1934
Alpachiri	2003
Miguel Riglos	2331
Winifreda	2776
Colonia Barón	3062
Quemú Quemú	3966
Catriló	4233
Macachín	4950
Intendente Alvear	7741
Eduardo Castex	9470
Toay	12134
General Pico	57669
Santa Rosa	103241

En cada estrato de cada localidad realizamos dos actividades: muestreos en transectas de ancho variable y medición de la FID. A continuación, se detalla la metodología para cada actividad:

Muestreos en transectas de ancho variable

Mediante fotos satelitales provistas por Google Maps, planificamos todas las transectas recorridas, contemplando el alejamiento necesario entre unas y otras para evitar el doble conteo (distancia mínima de 300 m, en localidades con menor habitantes). El hecho de que el área de algunas localidades es considerablemente pequeña, impidió el trazado de transectas de gran longitud dentro de una misma localidad y en el mismo estrato. Por este motivo, y para asegurar la independencia entre las transectas, las mismas tuvieron una longitud de 500 m en el estrato urbano y suburbano, mientras que las del estrato rural (el cual no presenta problemas de espacio e independencia) las transectas fueron de 5000 m. Planificamos 5 transectas en cada estrato por cada localidad. Recorrimos las transectas en condiciones climáticas homogéneas: sin lluvia, sin grandes vientos y evitando los horarios de mayores temperaturas. El esfuerzo de muestreo diferente, se contempla más adelante en la sección análisis estadístico.

En cada transecta se procedió de la siguiente forma. Recorrimos las mismas en un vehículo, contabilizando todas las aves rapaces vistas en la dirección de la línea de marcha y hasta 90° a derecha e izquierda de la misma. La cantidad de observadores siempre fue de 2 personas y mantuvimos esas mismas personas durante todo el muestreo, a modo de reducir el error del observador. Durante los muestreos en las transectas mantuvimos una velocidad constante de entre 20 y 40 km/h. Diseñamos una planilla digital mediante Cybertracker® para su utilización durante los muestreos de campo e ingresar todos los datos que se mencionan a continuación.

Antes de iniciar una transecta, marcamos el comienzo del recorrido con GPS con la función tracker, anotamos la dirección (en grados) a la que se encontraba el Norte y grabamos un audio de voz en formato digital indicando el día, la fecha, la hora, el nombre de la transecta que comenzábamos y el estrato al que pertenece (urbano, suburbano o rural). Seguidamente, comenzamos a marchar para el conteo. Observamos activamente con el objetivo de localizar y registrar las aves rapaces presentes. Cuando se detectaba una, se pronunciaba en voz alta la especie de cuál se tratase y la misma era cargada en la

planilla de Cybertracker®. Al finalizar cada transecta guardamos el audio correspondiente, cerramos la planilla digital para esa transecta y desactivamos el tracker del GPS.

Finalizadas todas las transectas calculamos los valores de abundancia de individuos, riqueza de especies e índice de diversidad de Shannon-Weaver (Begon et al. 2006) para cada transecta. Para este fin se utilizó el software R (R Core Team 2021) mediante la plataforma RStudio (RStudio Team 2022) con los paquetes *BiodiversityR* y *Vegan*.

Medición de la FID

Durante los días utilizados para realizar las transectas, llevamos a cabo de manera independiente la medición de la FID. Diseñamos otra planilla digital mediante el uso de Cybertracker® para coleccionar los datos de FID. Siguiendo el procedimiento de (Carrete and Tella 2013) trabajamos de siguiente forma: se identifica visualmente un ave rapaz posada en alguna percha, ya sea un poste, árbol, suelo, etc. Inmediatamente, un observador procede a caminar en línea recta hacia el individuo localizado manteniendo una marcha constante a una velocidad de 0.5 m/s, sin que haya ningún obstáculo de por medio. Una vez que el ave comenzó a volar, el observador dejó de marchar y midió la distancia entre el observador y el sitio donde se encontraba el ave posada hasta en el momento previo a tomar vuelo (Fig. 2). Para tomar dicha medida utilizamos un distanciómetro, instrumento óptico semejante a un binocular que incorpora un pequeño laser y una mira, con el cual se apunta al lugar de interés y calcula la distancia por el tiempo de rebote de la onda en metros. El fabricante recomienda utilizarlos para distancias en un rango de 10 a 250 m con una incertidumbre de ± 0.002 m. En los casos en que la distancia fue menor a 10 m, la misma se midió contando los pasos (de un metro de largo) que había entre los dos puntos.

Una vez que el ave voló y se midió la FID, el observador se acercó al lugar exacto o más cercano posible de donde se encontraba el individuo posado antes de volar con el objetivo de marcar dicho sitio con un waypoint en el GPS. Seguidamente tomamos la altura a la cual se encontraba posado el individuo antes de volar.

Para el procesamiento de los datos, calculamos la $FID_{directa}$ que es la hipotenusa del triángulo rectángulo imaginario que se genera entre el observador y el ave. Por su

parte los catetos son la distancia horizontal, y la altura dónde se encuentra el ave. La fórmula para el cálculo de la $FID_{directa}$ propuesta por Blumstein (2006) es la siguiente:

$$FID_{directa} = \sqrt{(distancia\ horizontal)^2 + (altura)^2}$$

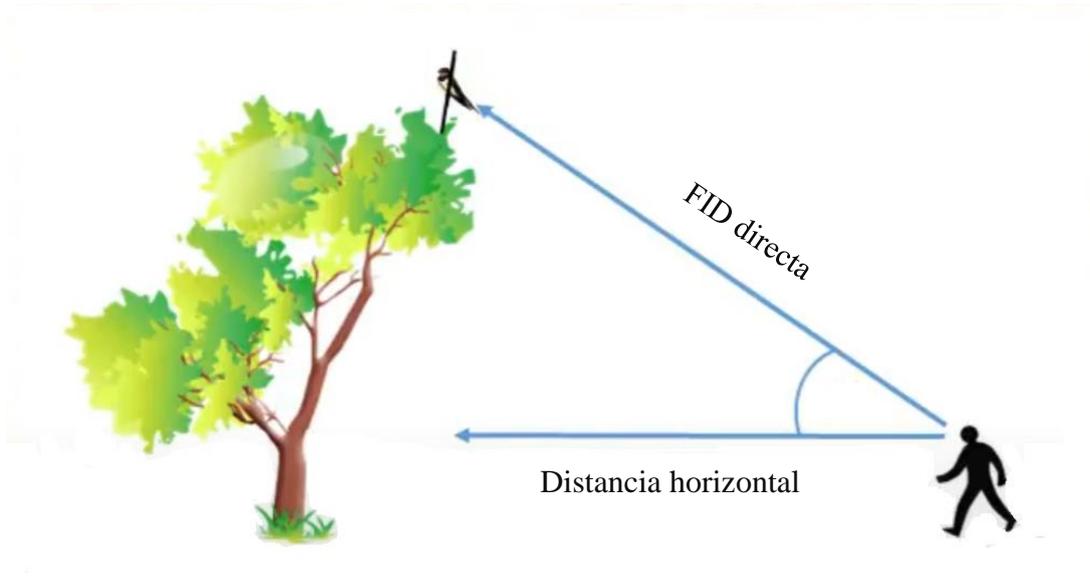


Fig. 2 - Ilustración esquemática de la medición de la FID, cuando un observador detecta a un ave y esta vuela.

Análisis estadístico

Obtenidos los valores de riqueza, abundancia e índice de diversidad de cada transecta, se los analizó en función de los gradientes de urbanización propuestos. En este sentido, se utilizaron Modelos Lineales Generalizados Mixtos (GLMMs) (Zuur Ieno et al. 2009) independientes para analizar la variación en la riqueza de especies, abundancia de individuos e índice de diversidad en función de las siguientes variables de explicativas:

1. Estrato: urbano, suburbano y rural. Utilizada como una medida del grado de urbanización presente en la transecta.
2. Cantidad de habitantes de la localidad. Utilizada como una estimación del tamaño de la localidad. Dicha variable fue escalada para ser ingresada en los modelos.

El modelo para todos los análisis, planteado de una forma general sería:

$$Y_i = \alpha_0 + \beta_i x_i + \varepsilon_i$$

Donde habrá tantos β estimados como variables explicativas en el modelo final.

En estos modelos, agregamos el largo de la transecta como variable *offset* o de compensación por los diferentes esfuerzos muestrales de cada transecta (ya que hubo transectas de 500 metros y las rurales de 5000 metros). Además, agregamos la localidad como factor aleatorio. Tanto la variable riqueza como la abundancia, por ser variables de tipo cuantitativas y discretas, fueron modeladas utilizando una distribución de Poisson. En estos casos se calculó el parámetro de sobredispersión del modelo saturado y se descartó que existieran problemas de este tipo. En el caso de que existiera sobredispersión en el modelo saturado, la misma se intentó corregir agregando en el efecto aleatorio una variable que contuviera un ID para cada fila de la tabla de datos.

En cuanto la diversidad de Shannon, sus transformaciones no cumplieron con el supuesto de normalidad. Por ende, para llevar a cabo los modelos correspondientes se decidió utilizar una distribución Gamma. Esta distribución no admite valores de cero en la variable de respuesta, por lo tanto, todas las transectas fueron afectadas por un factor de corrección, aumentando su magnitud en 0.001. Dicho valor, permite la utilización de la distribución Gamma pero no afecta cuantitativamente al comportamiento de la variable ya que es una suma mínima que no implica un cambio en el índice. Una vez hecha esta corrección, se procedió a evaluar el ajuste de la distribución Gamma a los datos utilizando un test Chi-cuadrado de Bondad de Ajuste en donde se compararon los valores observados de la variable con los valores esperados por la distribución propuesta. Dado que la variable no se ajustó a una distribución Gamma ($\chi^2=8067.98$, $gl=145$, $P=0$), el análisis inferencial para el índice de diversidad de Shannon no pudo ser llevado a cabo.

Los análisis fueron realizados utilizando el software R (R Core Team 2021) y RStudio (RStudio Team 2022).

Para conocer la influencia de la urbanización sobre la FID de las aves rapaces estudiadas, evaluamos distintas variables explicativas. Para estos análisis utilizamos Modelos de Regresión Lineal (LMs) en los cuales incorporamos el valor de $FID_{directa}$ como variable de respuesta y como variables explicativas consideramos:

1. Estrato: urbano, suburbano y rural. Utilizada como una medida del grado de urbanización presente en la transecta.

2. Cantidad de habitantes de la localidad. Utilizada como una estimación del tamaño de la localidad.
3. Densidad poblacional: cantidad de habitantes dividido el área de la localidad
4. Distancia al centro: comprendida entre el lugar donde se midió la FID y el punto más céntrico de la localidad.
5. Distancia relativa: distancia al centro de la localidad dividido por la cantidad de habitantes
6. Especie
7. Percha en dónde se encontraba el individuo: árbol, poste, suelo, entre otros.

Previo a correr todos los modelos referidos a la variable FID, se corroboró que las variables explicativas no estuvieran correlacionadas entre sí. En este sentido se calculó una matriz de correlación entre las variables propuestas y se descartaron del análisis aquellas variables que se encontraban correlacionadas.

Dado que la variable FID es de tipo cuantitativa continua, se procedió al análisis de la normalidad de la misma. Como no se cumplió con este supuesto se procedió a la transformación de la misma al logaritmo en base 10 y se logró normalizarla.

La selección de los modelos, tanto para riqueza, abundancia y diversidad como en la FID, se realizó utilizando la Teoría de la Información de Akaike (AIC) (Burnham and Anderson 2002), calculando el valor de AIC, su corrección por tamaño muestral (AICc), el $\Delta AICc$ y el AICc *weight* para seleccionar el mejor modelo. En el caso que los modelos presenten un AICc *weight* mayor a 0.70, dicho modelo se eligió como el que mejor para explicaba la variabilidad, y se realizó un test de Tukey correspondiente. En los casos en los que hubo incerteza en los modelos (AICc *weight* menor a 0.70) se procedió a realizar inferencia multi modelo (IMM) promediando modelos (Burnham and Anderson 2002). Las estimaciones de los modelos promediados se realizaron computando la media de las pendientes estimadas (de aquellos modelos con un $\Delta AICc < 4$) y un intervalo de confianza (IC) del 95%. Cuando el IC para cada parámetro no contuvo al cero, se interpretó que la pendiente estimada fue significativamente diferente de cero ($P < 0.05$) (Burnham and Anderson 2002). Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software R (R Core Team 2021) mediante la plataforma RStudio (RStudio Team 2022).

RESULTADOS

Se muestrearon un total de 148 transectas, siendo 19 rurales, 63 suburbanas y 66 urbanas. Recorrimos un total de 159.5 km, 95 km rurales, 31.5 km suburbanas y 33 km urbanos comprendidos en 19 localidades (Tabla 1). En cuanto a la FID, se contabilizaron 95 mediciones.

Riqueza:

Se contabilizaron un total de 7 especies en todo el muestreo: halconcito colorado (*Falco sparverius*), lechucita vizcachera (*Athene cunicularia*), carancho (*Caracara plancus*), chimango (*Milvago chimango*), milano blanco (*Elanus leucurus*), taguató (*Rupornis magnirostris*) y aguilucho común (*Geranoaetus polyosoma*) (Fig. 3). Del total de las transectas transitadas, obtuvimos 74 con 0 especies vistas, 40 con una sola especie y 34 con 2 o más. Todas las especies fueron encontradas en el estrato rural y suburbano, pero en el urbano solo se encontró al chimango.





Fig. 3- *Fotografías de las especies muestreadas primera sección: halconcito colorado (superior izquierda), lechucita vizcachera (superior derecha), chimango (inferior izquierda) y carancho (inferior derecha). Segunda sección: milano blanco (superior izquierda), taguató (superior derecha) y aguilucho común (inferior izquierda)*

Se obtuvieron valores de riqueza para cada estrato. Las transectas suburbanas fueron las de mayor valor (1.063 ± 0.965), seguido de rural (0.242 ± 0.096) y por último las urbanas (0.166 ± 0.376) (Fig. 4).

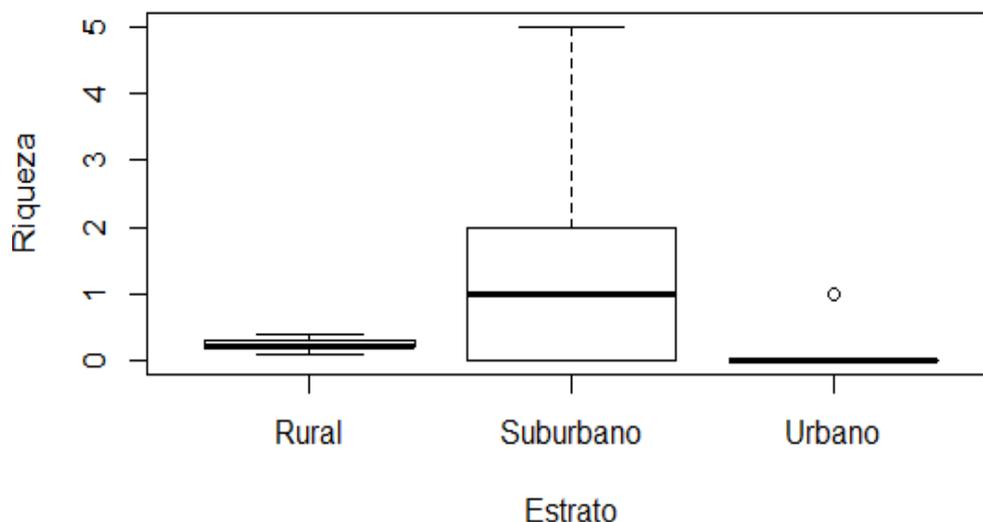


Fig 4 - Riqueza obtenida de todas las transectas para cada estrato (datos puros).

Se plantearon cuatro modelos para abordar la riqueza. Un modelo nulo que únicamente incorporó la longitud de transecta como offset, sin incluir ninguna variable explicativa (*Riqueza nulo*), otro que contuvo como variable explicativa solo a Estrato (*Riqueza 1*) y el offset, otro que contuvo solo a Habitantes (*Riqueza 2*) y el offset y por último uno que contuvo las variables explicativas Estrato + Riqueza + offset (*Riqueza full*). Los resultados de la selección de modelos para la variable riqueza indican que el modelo *Riqueza 1* fue el mejor y por lo tanto el modelo seleccionado ya que obtuvo un $AICc\ weight = 0.74$ (Tabla 2). Este modelo contuvo a Estrato como única variable explicativa, dejando sin efecto al tamaño de las localidades.

Tabla 2 - Resultados de la selección de modelos para la variable Riqueza. Referencias: O al O = Ordenada al Origen, Off= offset, Gl = Grados de libertad, AICc= Akaike corregido y AICc Weight= modelos ponderados según su peso

	O al O	Es	Habitantes	Off	Gl	AICc	$\Delta AICc$	AICc
	trato						c	Weight
<i>Riqueza 1</i>	-4.122	+	-	+	4	291.7	0.00	0.744
<i>Riqueza full</i>	-4.125	+	-0.00818	+	5	293.8	2.14	0.256
<i>Riqueza 2</i>	-2.892	-	0.86310	+	3	558.6	266.93	0.000
<i>Riqueza nulo</i>	-3.199	-	-	+	2	592.5	300.80	0.000

Las pendientes estimadas para los tres estratos indican que la mayor riqueza de especies se da en el estrato suburbano, luego urbano y finalmente rural. β estimados = 3.68 ± 0.19 ; 1.82 ± 0.33 y -4.1 ± 0.15 respectivamente (Fig. 5). Por su parte, los resultados del test de comparaciones de Tukey correspondiente al modelo *Riqueza 1* indican diferencias significativas entre los valores medios de riqueza para cada estrato. En este sentido, se puede interpretar que el estrato suburbano tiene mayor riqueza que los estratos rural y urbano, y que el estrato urbano tiene mayor riqueza que el estrato rural (Tabla 3).

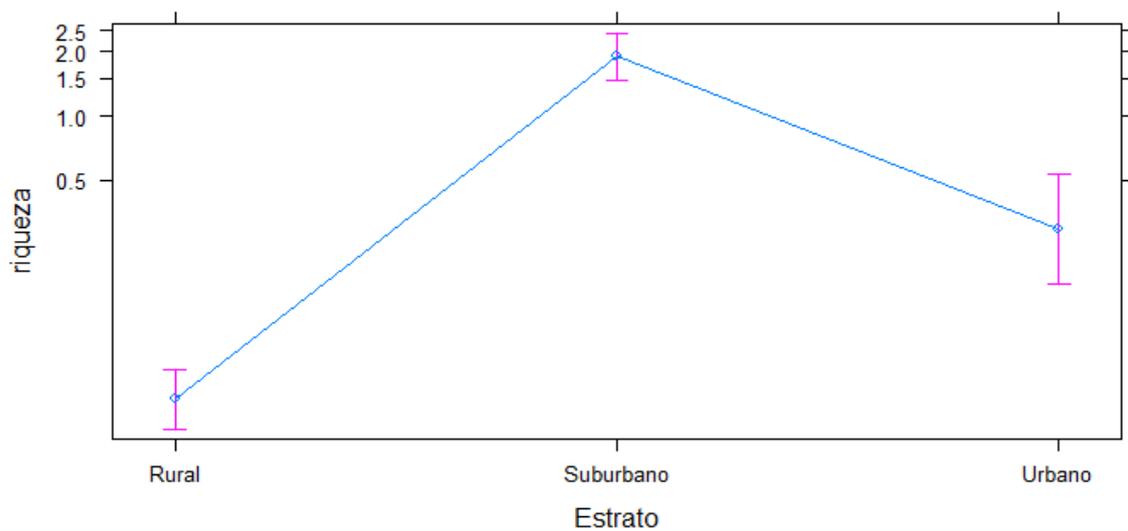


Fig. 5 - Pendientes β estimadas para cada estrato en función de la riqueza, según la predicción del modelo lineal.

Tabla 3 – Test de Tukey aplicado al modelo seleccionado para explicar la variación en la riqueza. Los asteriscos indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

	Std. Estimado	error	P-value
suburbano - rural	3.6802	0.1926	< 1 Exp -08***
urbano - rural	1.8273	0.3365	1.12 Exp -07***
urbano - suburbano	-1.8528	0.3253	2.62 Exp -08***

Abundancia:

Del total de transectas recorridas, obtuvimos 74 transectas con 0 individuos relevados, 20 transectas con 1 individuo y 54 transectas con más de 1 individuo. Se contabilizaron un total de 361 individuos. La especie más abundante fue el chimango con 183 individuos, seguida por la lechucita vizcachera con 76, halconcito colorado con 57 y finalmente el carancho con un total de 31. Considerando los estratos, 173 pertenecen al estrato rural, 166 al suburbano y 22 al urbano.

Se obtuvieron valores de abundancia para cada estrato. Las transectas suburbanas fueron las de mayor valor (2.634 ± 3.361), seguido de rural (0.911 ± 0.707) y por último las urbanas (0.333 ± 0.917) (Fig. 6).

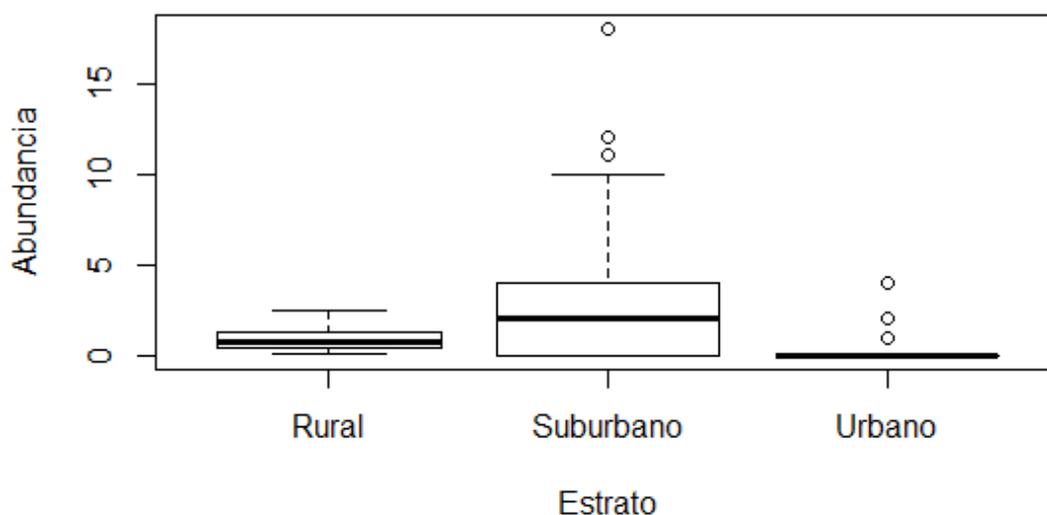


Fig. 6 - Abundancia obtenida de todas las transectas para cada estrato (datos puros).

Se plantearon cuatro modelos para abordar la abundancia. Un modelo nulo que únicamente incorporó la longitud de transecta como offset, sin incluir ninguna variable explicativa (*Abundancia nulo*), otro que contuvo como variable explicativa solo a Estrato (*Abundancia 1*) más el offset, otro que contuvo solo a Habitantes (*Abundancia 2*) más el offset y por último uno que contuvo las variables explicativas Estrato + Riqueza + offset (*Abundancia full*).

Los resultados de la selección de modelos para la variable abundancia indican que hubo un único modelo seleccionado (*Abundancia 1*) que obtuvo un AICc *weight* de 0.725 (Tabla 4). Este modelo contuvo sólo a la variable Estrato, dejando sin efecto a Habitantes.

Tabla 4 - Resultados de la selección de modelos para la variable Abundancia. Referencias: O al O = Ordenada al Origen, Off= offset, Gl = Grados de libertad, AICc= Akaike corregido y AICc Weight= modelos ponderados según su peso

	O al O	Es tra s to	Habitante	off	Gl	AICc	Δ AICc	AICc Weight
<i>Abundancia 1</i>	-3.141	+		+	5	493.4	0.00	0.725
<i>Abundancia full</i>	-3.186	+	-0.09469	+	6	495.3	1.94	0.275
<i>Abundancia nulo</i>	-1.781			+	3	564.0	70.62	0.000
<i>Abundancia 2</i>	-1.795		-0.10850	+	4	565.9	72.46	0.000

Las pendientes estimadas para los tres estratos indican que la mayor abundancia de individuos se da en el estrato suburbano, luego urbano y finalmente rural. Los β estimados = 3.11 ± 0.29 ; 0.9 ± 0.38 y -3.1 ± 0.27 respectivamente (Fig. 7). Por su parte, los resultados del test de comparaciones de Tukey correspondiente al modelo *Abundancia 1* indican diferencias significativas entre los valores medios de abundancia para cada

estrato. En este sentido, se puede interpretar que el estrato suburbano tiene mayor abundancia que los estratos rural y urbano, y que el estrato urbano tiene mayor abundancia que el estrato rural (Tabla 5).

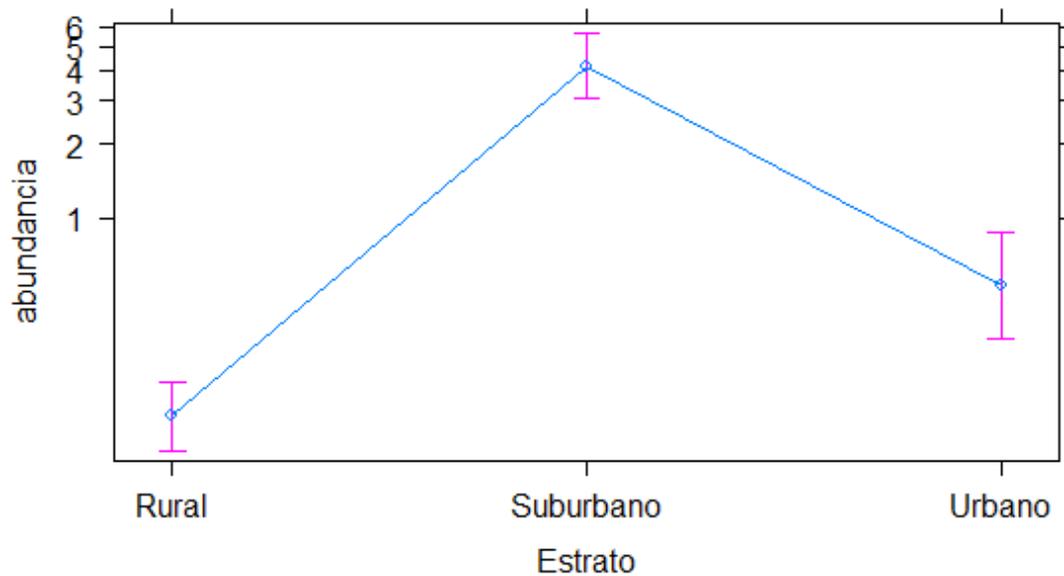


Fig. 7 - Pendientes β estimadas para cada estrato en función de la abundancia, según la predicción del modelo lineal. Los bigotes representan el desvío estándar.

Tabla 5 - Test de Tukey aplicado al modelo seleccionado para explicar la variación en la abundancia. Los asteriscos indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

	Std. Estimado	error	P-value
suburbano - rural	3.1078	0.2861	< 1 Exp -04***
urbano - rural	0.8995	0.378	0.0448 *
urbano - suburbano	-2.2083	0.3195	< 1 Exp -04***

Shannon:

El índice de Shannon calculado para cada transecta a nivel general obtuvo valores de 0.16 ± 0.32 (rango: 0 a 1.3). Considerando los diferentes estratos, obtuvimos valores 0.19 ± 0.31 para el estrato suburbano, de 0.064 ± 0.037 para rural y 0 ± 0 para urbano (Fig. 8). El llamativo valor de cero encontrado en el estrato urbano es debido a que, en el

cálculo del índice, si en una transecta se censan todos individuos de una misma especie, el índice da como resultado un valor de cero para esa transecta. Este es el caso de las transectas urbanas donde sólo se contabilizaron individuos de chimango (Fig. 9).

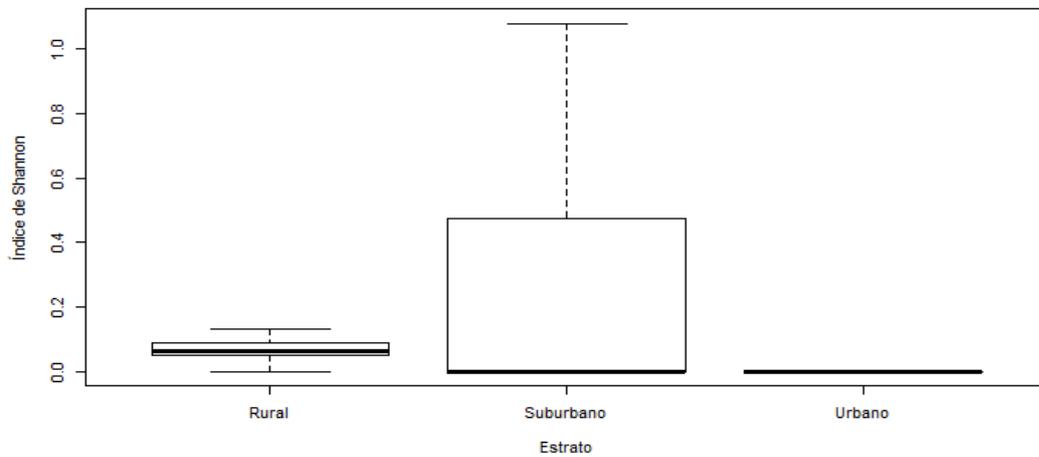


Fig. 8 – Índice de Shannon (h) para cada estrato (datos puros).

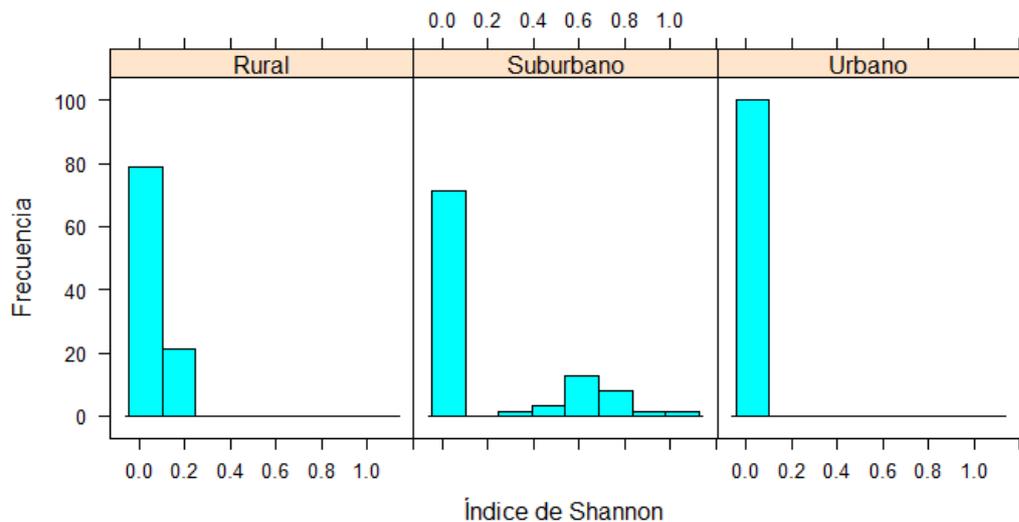


Fig. 9 - Histograma de frecuencias (en %) de Shannon (h) para cada estrato (datos puros).

FID

En cuanto a la FID, se realizaron 95 mediciones correspondientes a cuatro especies nombradas anteriormente: halconcito colorado, lechucita vizcachera, Carancho y chimango. Las mediciones de FID se realizaron en 13 localidades con poblaciones que van desde los 573 a 57669 habitantes. En un enfoque global, la $FID_{directa}$ fue de $22.15 \pm$

23.08 m (rango: 2.5 a 168 m). Por su parte, teniendo en cuenta los distintos estratos se midieron 25 FIDs en hábitats rurales, 53 en hábitats suburbanos y 17 en hábitats urbanos. Se obtuvieron valores de 28.26 ± 31.6 m para el estrato rural, 22.56 ± 20.78 m para el estrato suburbano y 11.9 ± 7.66 m para el estrato urbano (Fig. 10).

Se encontró una respuesta muy variable en las FIDs medidas para las diferentes especies analizadas. Para la lechucita vizcachera (n=35) se obtuvieron valores de 21.74 ± 22.13 m, chimango (n=47) con 18.24 ± 14.55 m, carancho (n=8) con 43.76 ± 50.84 m y finalmente halconcito colorado (n=5) con 27.32 ± 16.02 m. Para el carancho se obtuvieron valores de FID únicamente en el estrato rural (Fig. 11 y 12)

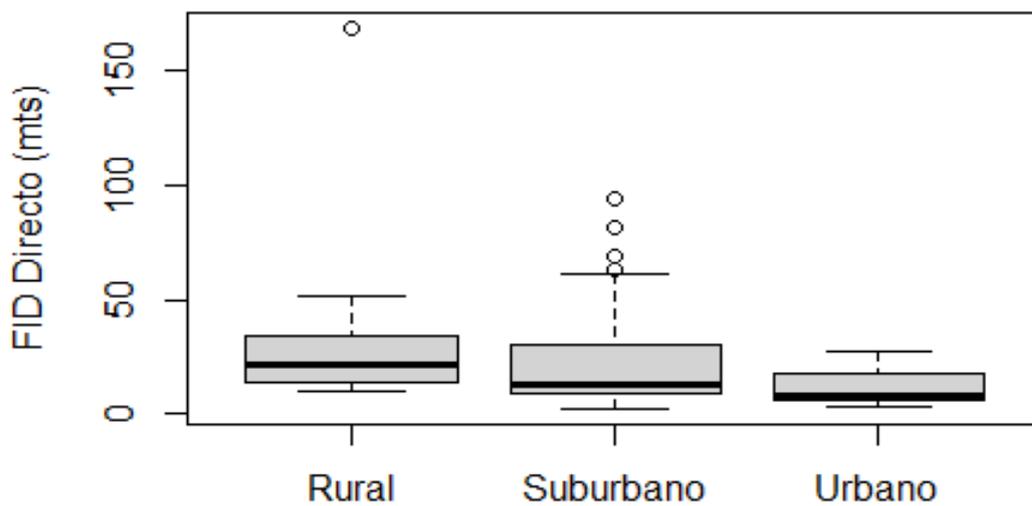


Fig. 10 - FID (en metros) del total de individuos muestreados para cada estrato.

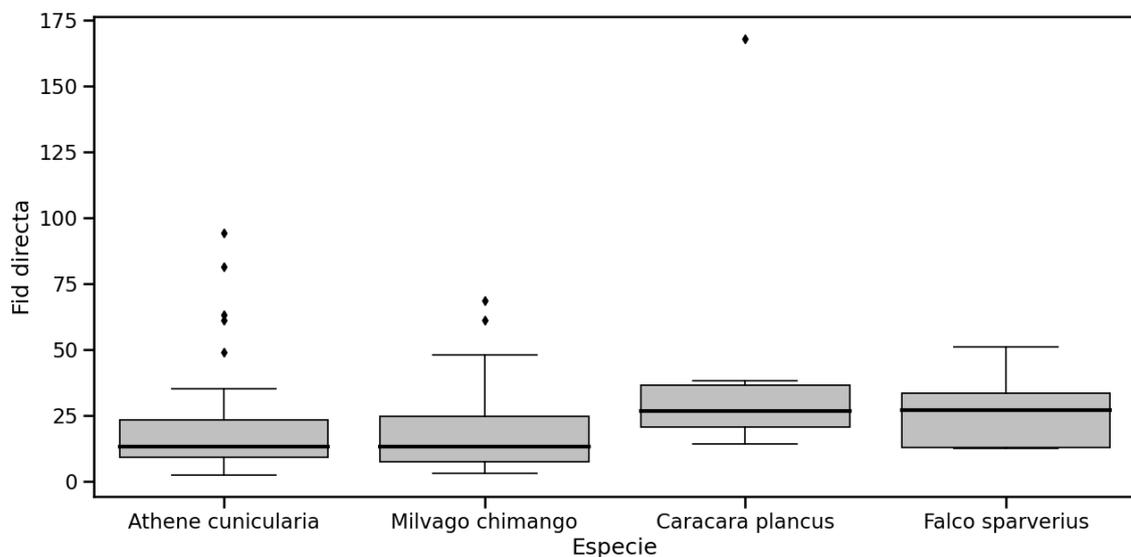


Fig. 11 - FID (en metros) para cada especie.

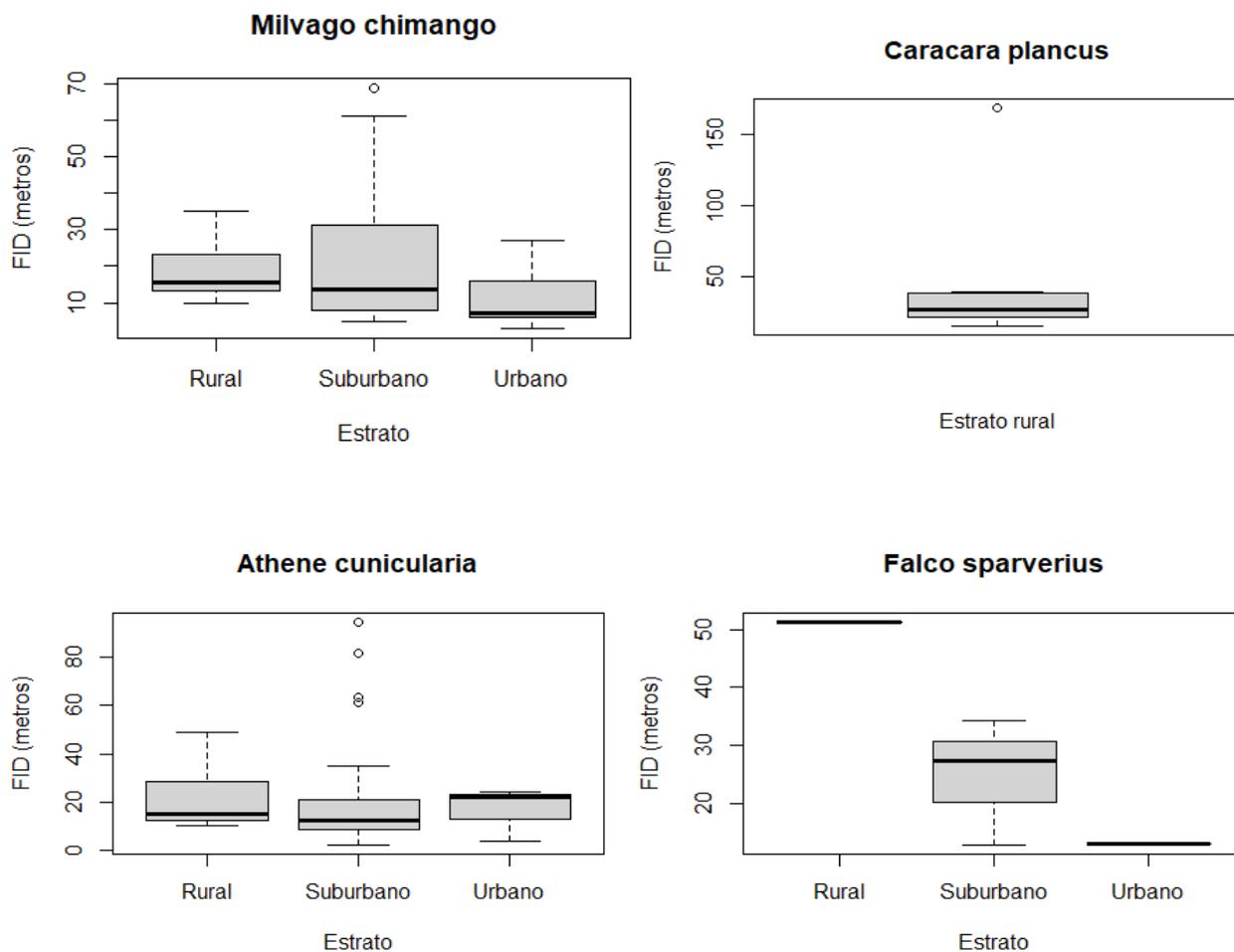


Fig. 12 - FID (en metros) para cada especie teniendo en cuenta el estrato.

La matriz de correlación resultante del análisis de correlación entre las diferentes variables explicativas cuantitativas (Fig. 13) evidenció que la variable Distancia Relativa está fuertemente correlacionada con Distancia al Centro ($r=0.98$) y medianamente correlacionada con Densidad (-0.44). Por su parte, la variable Densidad se correlacionó con Habitantes (0.52). En este sentido, las variables Distancia al Centro y Densidad fueron descartadas del análisis estadístico. Finalmente, las variables explicativas consideradas en los modelos para analizar la variación en la FID fueron: Estrato, Percha, Especie, Habitantes y Distancia relativa.

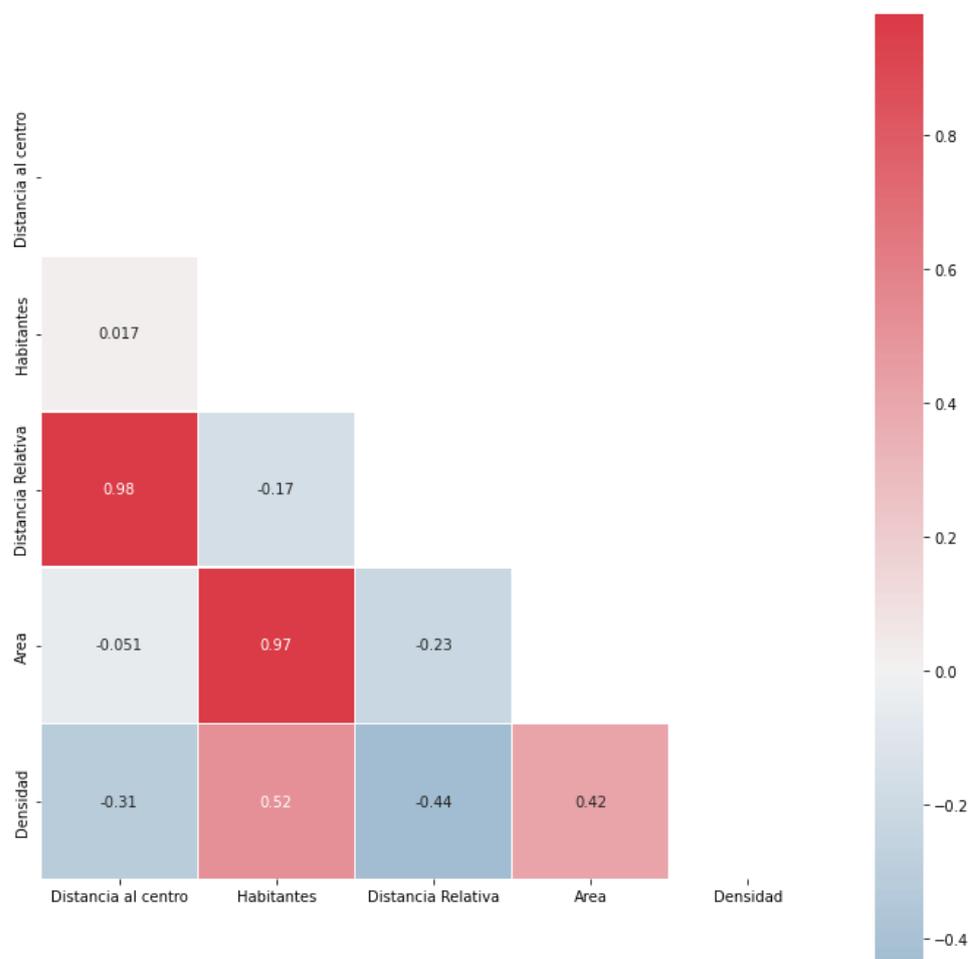


Fig. 13 - Gráfico de doble entrada de los coeficientes de correlación entre las variables cuantitativas. El valor cercano a 0 indica que no hay dependencia, 1 y -1 que están fuertemente relacionadas.

En la tabla 6 se muestran algunos modelos propuestos para analizar la FID, teniendo en cuenta todas las combinaciones de las variables explicativas posibles; siendo el 1 el modelo nulo sin ninguna variable explicativa y el 32 es el modelo full que contiene todas las variables puestas a prueba. Solo se muestran los primeros 8 de acuerdo a sus *AICc Weight*. Como resultado de la selección de modelos se obtuvo que el mejor modelo para explicar la variación en la FID fue el modelo 5, que contuvo sólo a la variable Estrato. Sin embargo, debido a la incerteza que genera el mejor modelo (modelo 5, *AICc weight*: 0.341) fue necesario promediar los mejores modelos (Tabla 7). Este análisis permitió hallar que la única variable seleccionada es el Estrato ya que sólo el Estrato urbano obtuvo

un IC por fuera del cero (IC: -1.4;-2.8). Esto indica que la FID hallada en el estrato urbano es menor a la hallada en el estrato suburbano y rural.

Tabla 6- Modelos lineales de las variables explicativas propuestas para la Fid. Referencias: Gl = Grados de libertad, AICc= Akaike corregido y AICc Weight= modelos ponderados según su peso

Modelo	(Int)	Dist relati va	Espe cie	Estra to	Habi tantes	Pe r ch a	G	AICc	Δ AICc	AICc Weigh t
5	3.14			+			4	222.5	0.00	0.341
	4									
13	3.14			+	-		5	224.3	1.77	0.140
	4				4.245e -06					
6	3.22	-		+			5	224.6	2.05	0.122
	5	1.278e -06								
7	2.92		+	+			7	224.8	2.28	0.109
	6									
8	3.10	-	+	+			8	225.8	3.26	0.067
	1	3.860e -06								
15	2.93		+	+	-		8	226.3	3.77	0.052
	5				5.930e -06					
1	2.76						2	230.6	8.03	0.006
	1									

32	3.06	-	+	+	-	+	1	235.5	13.01	0.001
	9	3.813e			4.255e		4			
		-06			-06					

Tabla 7 – Resultados de la Inferencia multi modelo (IMM) realizada para analizar la variación en la FID. Referencias: IC= Intervalo de Confianza, O al O= Ordenada al Origen

	IC	
	2.5 %	97.5 %
(Intercept)	2.604533e+00	3.569749e+00
EstratoSuburban	-8.412938e-01	1.099573e-01
EstratoUrban	-1.407855e+00	-2.878588e-01
Hab	-1.768599e-05	8.169876e-06
dist_rel	-8.990596e-06	5.242304e-06
EspecieCaracara plancus	-1.037609e-01	1.372508e+00
EspecieFalco sparverius	-1.991889e-01	1.251894e+00
EspecieMilvago chimango	-3.504202e-01	3.581481e-01
PerchaÁrbol	-6.881751e-01	3.298622e-01
PerchaEstructura antrópica	-1.164649e+00	4.582758e-01
PerchaOtra	-1.077367e+00	8.415091e-01
PerchaSuelo	-1.590832e-01	7.201947e-01
PerchaTendido	-6.061702e-01	4.221445e-01

Las pendientes estimadas para los tres estratos indican que: la mayor FID encontrada fue la de los individuos pertenecían al estrato rural, luego suburbano y finalmente urbano. β estimados $=3.09 \pm 0.41$; -0.365 ± 0.32 y -8.48 ± 0.51 respectivamente (Fig. 14).

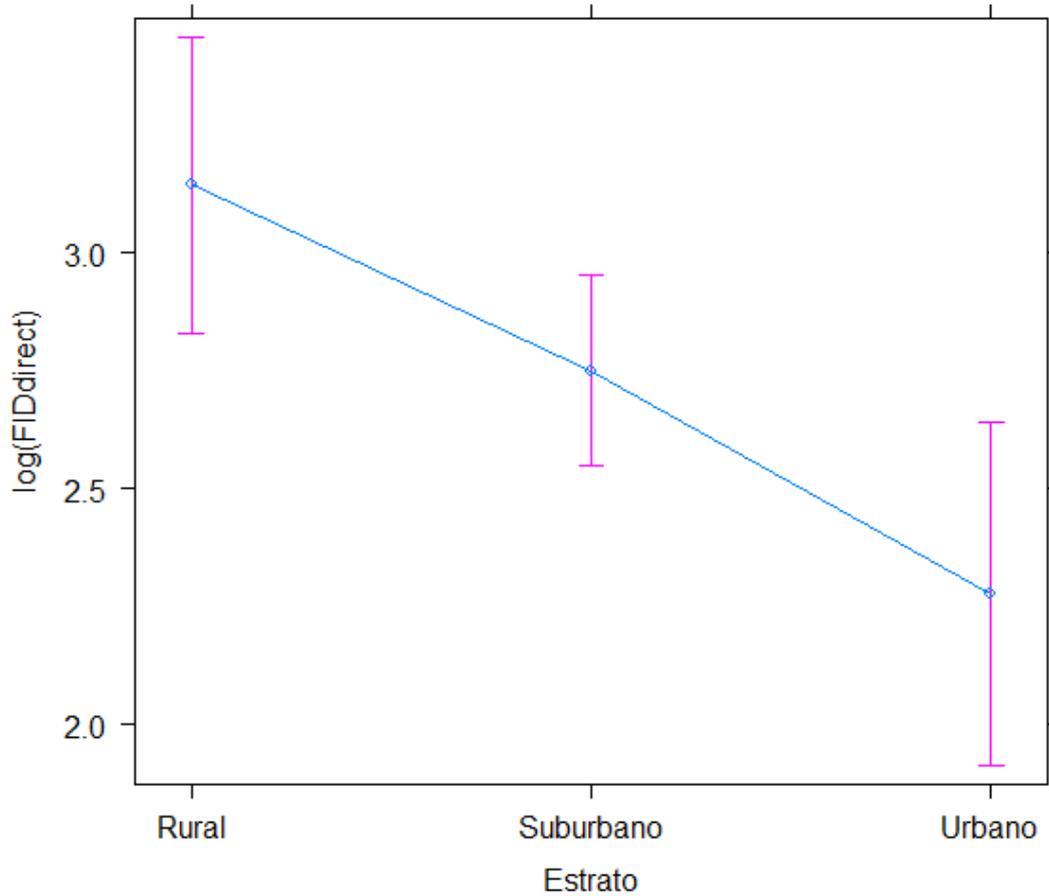


Fig. 14 - Pendientes β estimadas para cada estrato en función de la FID, según la predicción del modelo lineal. Los bigotes representan el desvío estándar.

Los resultados del test de comparaciones múltiples de Tukey (Tabla 8) indican que la única diferencia altamente significativa en los valores medios de FID se da entre el estrato urbano y el rural. Por su parte, se pueden apreciar otras dos diferencias que son marginalmente significativas, estas se dan entre el estrato suburbano y rural y entre el suburbano y urbano. En este sentido, se podría establecer una respuesta de la FID al gradiente de urbanización obteniéndose los mayores valores de FID en el estrato rural, luego suburbano y los menores valores en el estrato urbano.

Tabla 8- Test de Tukey aplicado al modelo que contiene sólo la variable Estrato para explicar la variación en la FID. Los asteriscos indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

	Std. Estimado	error	Valor t	Pr (> t)
suburbano - rural	-0.3932	0.1884	-2.087	0.09653
urbano - rural	-0.8664	0.2427	-3.570	0.00154 **
urbano - suburbano	-0.4732	0.2106	-2.248	0.0675

DISCUSIÓN

Durante el transcurso de este trabajo, cuantificamos la riqueza, abundancia, diversidad y distancia de huida de cuatro especies de aves rapaces en gradientes de urbanización en la provincia de La Pampa. El muestreo tuvo un alcance de 19 localidades, se recorrieron 148 transectas y se tomaron 95 mediciones de la FID. Para abordar los resultados, utilizamos dos clases de enfoques: un análisis descriptivo, analizando solo los datos puros; y luego el análisis estadístico-inferencial, siendo este último más robusto.

Partiendo del enfoque descriptivo, y considerando el gradiente de urbanización planteado, encontramos que la riqueza y la abundancia presentan su máximo valor en el estrato suburbano (Fig. 4 y 6) seguido por el rural y por último el urbano. Teniendo en cuenta lo inferencial, el estrato suburbano sigue siendo el que mayor riqueza y abundancia presenta. Algo interesante es el hallazgo de que el estrato urbano presenta valores mayores que el rural en ambos parámetros mencionados (Fig. 5 y 7). Respecto al índice de diversidad de Shannon, encontramos que el estrato suburbano presentó nuevamente el valor más alto para dicho parámetro, seguido por el rural y por último el urbano que presentó valores nulos (Fig. 8). En este último estrato solo fue encontrada una única especie, el chimango. Aunque solo se pudo realizar el análisis descriptivo, el estrato suburbano sigue siendo el estrato más diverso entre los tres analizados. En el caso del estrato rural, podríamos decir que tiene mejor representación de especies y proporción de individuos que el urbano. Los altos valores hallados de riqueza, abundancia y diversidad

en el estrato suburbano pueden deberse a que existe allí una mayor cantidad de fuentes y disponibilidad de insectos y pequeños mamíferos para las aves, sumado a un bajo riesgo de depredación (Chace and Walsh 2006; Møller 2010; Shochat et al. 2006). Estas áreas se caracterizan por poseer grandes espacios verdes correspondientes a viviendas con patios o áreas que aún permanecen sin poblar. La presencia de diferentes tipos de vegetación diversifica el hábitat y aumenta la disponibilidad de sitios para percharse y para nidificar (Leveau 2015). Estas características las convierte en opciones atractivas para las rapaces al momento de seleccionar un hábitat. En concordancia con Blair (1996), si bien en su trabajo muestrea especies como palomas, carpinteros y calandrias, encontró la misma tendencia dado que halló mayor riqueza, abundancia y diversidad en áreas suburbanas. Por otro lado, Connell (1978) propuso la teoría del disturbio intermedio, que enuncia que a niveles intermedios de un disturbio dada un área, estos llevaran a una mayor diversidad de especies. Retomando a Blair (1996), la antropización de un ambiente es similar a un disturbio natural (lo cual en este contexto el autor lo llama disturbio antrópico) en que hay también remoción de biomasa. En un principio se trata de uno único disturbio de gran magnitud, dado el desarrollo urbano, o una construcción de una vivienda, pero luego las acciones como cortar el césped, o el mantenimiento de un jardín serían disturbios más frecuentes de baja intensidad. De esta manera, el estrato suburbano se ubica en la mitad de la curva de disturbio, haciendo que permanezca la diversidad más alta.

Por su parte, el estrato urbano demostró tener mayor riqueza y abundancia que el rural, siendo el estrato rural el más empobrecido de los tres. Este inesperado hallazgo podría responder a alto impacto que tienen las actividades productivas desarrolladas en el estrato rural que, si bien no son comparables a una urbanización, podrían tener efectos negativos sobre los parámetros poblacionales de las aves. Estas áreas disponen una oferta reducida de refugio, sitios para nidificación y de recursos alimenticios (Filloy and Bellocq 2007).

Considerando la primera hipótesis planteada y basándonos tanto en lo descriptivo como en lo inferencial no podríamos confirmar que la urbanización tenga un efecto negativo sobre la riqueza, abundancia y diversidad de aves rapaces en los gradientes estudiados. Más bien se evidencia una respuesta no lineal al gradiente de urbanización, ya que nuestro hallazgo fue que el nivel intermedio de urbanización es el más diverso,

seguido del nivel de mayor urbanización y finalmente el nivel de mínima urbanización es el más empobrecido.

Abordando la FID, a pesar de todas las variables explicativas que se tomaron en cuenta para armar los distintos modelos (Tabla 6), la variable estrato fue la única que quedó seleccionada (Tabla 7). En este sentido, el modelo predice los mayores valores de FID en hábitats rurales, luego en suburbano y los menores valores para el estrato urbano (Fig. 14). Estos resultados concuerdan con Samia et al. (2017) quienes plantean que las aves rapaces que habitan en zonas urbanas tienen una menor percepción de riesgo ante la presencia humana. Se ha planteado que la flexibilidad en el comportamiento es un factor determinante en la adaptación de las aves a los nuevos escenarios (Møller 2009, 2010; Sol et al. 2002). Este hallazgo sugiere que el desarrollo urbano puede actuar como una fuerza selectiva, favoreciendo la presencia de aquellas aves que presentan una menor respuesta de miedo ante la presencia humana (Blumstein 2006; Carrete and Tella 2011).

El hecho de que la variable Especie no quedara seleccionada en los modelos, podría indicar que las cuatro especies estudiadas son afectadas por la presión de la urbanización y responden de manera similar a este disturbio (disminuyendo la distancia de huida). Por otro lado, número de habitantes y densidad poblacional, no quedaron retenidas en los modelos para explicar la variabilidad en la FID. De aquí podemos decir que el efecto de la urbanización es inherente al tamaño de la localidad afectando de manera similar a la FID. En este sentido, podemos confirmar nuestra segunda hipótesis de trabajo, ya que el gradiente de urbanización afectó el comportamiento de las aves rapaces a través de una variación en la FID. Así mismo se confirma la predicción ya que obtuvimos las menores distancias de huida en el estrato más urbanizado.

Como limitaciones en el diseño del estudio, se reconoce que se realizó un solo recorrido por todas las transectas, si se aumentara el esfuerzo de muestreo, los resultados podrían ser más robustos estadísticamente. Por otro lado, en las localidades con un área reducida se optó por reducir el número de transectas de los estratos urbanos y suburbanos (por ejemplo de 5 a 3 transectas), preservando la independencia entre las transectas. Por último, y dado que el estudio se realizó en verano y otoño, tampoco se consideró la estacionalidad que podría haber habido tanto en lo comportamental como en la respuesta numérica de las aves rapaces a la urbanización, ya que se esperaría un comportamiento más agresivo si nos encontramos cerca del nido, o que la transecta no están en la cercanía de la zona de nidificación, y nos lleve a una disminución aparente de la abundancia. En

un futuro debería considerarse un aumento en el tamaño muestral y una repetición del estudio en las diferentes estaciones del año.

Este estudio adquiere relevancia debido a que se aborda por primera vez en la provincia de La Pampa el análisis de la respuesta numérica y comportamental de las aves rapaces en relación al grado de urbanización. Además, proporciona información importante para la conservación de las aves rapaces en ambientes urbanos y puede ayudar a guiar la toma de decisiones de manejo de la biodiversidad en estos entornos. Debemos destacar la importancia que revisten las áreas con moderada urbanización, ya que son valiosos refugios para muchas de estas especies, lo que los convierte en sitios estratégicos para su protección.

BIBLIOGRAFÍA

- Begon, M., C. R. Townsend, and J. L. Harper. 2006. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*.
- Blair, Robert B. 1996. "Land Use and Avian Species Diversity Along an Urban Gradient." 6(2): 506–19.
- Blumstein, Daniel T. 2006. "Developing an Evolutionary Ecology of Fear: How Life History and Natural History Traits Affect Disturbance Tolerance in Birds." *Animal Behaviour* 71(2): 389–99.
- Blumstein, Daniel T. 2003. "Flight Initiation Distance in Birds Is Dependent on Intruder Starting Distance." 67(4): 852–57.
- Britten, Gregory L., Michael Dowd, Cólín Minto, Francesco Ferretti, Ferdinando Boero, et al. 2014. "Predator Decline Leads to Decreased Stability in a Coastal Fish Community." *Ecology Letters* 17(12): 1518–25.
- Burnham, K. P., and D. R. Anderson. 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*. ed. Springer-Verlag. New York.
- Cabrera, A. L. 1976. "Regiones Fitogeográficas Argentinas." In *Enciclopedia Argentina Agrícola y de Jardinería*, ed. W. F. Kugler. ACME, 85.
- Carrete, Martina, and José L. Tella. 2011. "Inter-Individual Variability in Fear of Humans and Relative Brain Size of the Species Are Related to Contemporary Urban Invasion in Birds." *PLoS ONE* 6(4).
- . 2013. "High Individual Consistency in Fear of Humans throughout the Adult Lifespan of Rural and Urban Burrowing Owls." *Scientific Reports* 3: 1–7.
- Carrete, Martina, José L. Tella, Guillermo Blanco, and Marcelo Bertellotti. 2009. "Effects of Habitat Degradation on the Abundance, Richness and Diversity of Raptors across Neotropical Biomes." *Biological Conservation* 142(10): 2002–11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.012>.
- Chace, Jameson F., and John J. Walsh. 2006. "Urban Effects on Native Avifauna: A

- Review.” *Landscape and Urban Planning* 74(1): 46–69.
- Connell, Joseph H. 1978. “Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs.” *Science* 199(4335): 1302–10.
- Díaz, Mario, Anders Pape Møller, Einar Flensted-Jensen, Tomáš Grim, Juan Diego Ibáñez-Álamo, et al. 2008. “The Geography of Fear: A Latitudinal Gradient in Anti-Predator Escape Distances of Birds across Europe.” *PLoS ONE* 8(5).
- Filloy, J., and M. I. Belloq. 2007. “Patterns of Bird Abundance along the Agricultural Gradient of the Pampean Region.” *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120(2–4): 291–98.
- Garaffa, Pablo I., Julieta Filloy, and M. Isabel Belloq. 2009. “Bird Community Responses along Urban-Rural Gradients: Does the Size of the Urbanized Area Matter?” *Landscape and Urban Planning* 90(1–2): 33–41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.10.004>.
- “INDEC.” 2011. <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-CensoProvincia-3-999-42-021-2010>.
- Leveau, Lucas M. 2015. “Relaciones Aves – Habitat En El Sector Suburbano De Mar Del Plata , Argentina.” (June).
- Leveau, Lucas M, Federico I. Isla, and M. Isabel Belloq. 2015. “Urbanization and the Temporal Homogenization of Bird Communities : A Case Study in Central Argentina.” (September).
- McDonnell, Mark J., Steward T. A. Pickett, and Richard V. Pouyat. 1993. “The Application of the Ecological Gradient Paradigm to the Study of Urban Effects.” *Humans as Components of Ecosystems*: 175–89.
- Møller, Anders Pape. 2008. “Flight Distance of Urban Birds, Predation, and Selection for Urban Life.” *Behavioral Ecology and Sociobiology* 63(1): 63–75.
- . 2009. “Successful City Dwellers : A Comparative Study of the Ecological Characteristics of Urban Birds in the Western Palearctic.” 159(4): 849–58.
- . 2010. “Interspecific Variation in Fear Responses Predicts Urbanization in Birds.” *Behavioral Ecology* 21(2): 365–71.

- Newton, I. 1979. *Population Ecology of Raptors*. Vermillion, South Dakota: Buteo Books.
- Pedrana, Julieta, Juan Pablo Isacch, and María Susana Bó. 2008. “Habitat Relationships of Diurnal Raptors at Local and Landscape Scales in Southern Temperate Grasslands of Argentina.” *Emu* (Bierregard 1998): 301–10.
- R Core Team. 2021. “R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL [Https://Www.R-Project.Org/](https://www.R-project.org/).”
- RStudio Team. 2022. “RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL [Http://Www.Rstudio.Com/](http://www.Rstudio.com/).”
- Samia, Diogo S.M., Daniel T. Blumstein, Mario Díaz, Tomas Grim, Juan Diego Ibáñez-álamo, et al. 2017. “Rural-Urban Differences in Escape Behavior of European Birds across a Latitudinal Gradient.” *Frontiers in Ecology and Evolution* 5(JUN): 1–13.
- Shea, Katriona, and Peter Chesson. 2002. “Community Ecology Theory as a Framework for Biological Invasions.” *Trends in Ecology and Evolution* 17(4): 170–76.
- Shochat, Eyal, Paige S. Warren, Stanley H. Faeth, Nancy E. McIntyre, and Diane Hope. 2006. “From Patterns to Emerging Processes in Mechanistic Urban Ecology.” *Trends in Ecology and Evolution* 21(4): 186–91.
- Sol, Daniel, Oriol Lapiedra, and Cesar González-Lagos. 2013. “Special Issue: Behavioural Plasticity Behavioural Adjustments for a Life in the City.” *Animal Behaviour* 85: 1101–12.
- Sol, Daniel, Sarah Timmermans, and Louis Lefebvre. 2002. “Behavioural Flexibility and Invasion Success in Birds.” *Animal Behaviour* 63(3): 495–502.
- Solaro, Claudina. 2018. “Costs and Benefits of Urban Living in Raptors.” *Birds of Prey: Biology and conservation in the XXI century*: 177–96.
- Zuur, AF, EN Ieno, NJ Walker, AA Savaliev, and GM Smith. 2009. Smart Society: A Sociological Perspective on Smart Living *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*.