



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Ingeniero Néstor René Ledesma

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**ESTRUCTURA ANIDADA DE LAS COMUNIDADES DE AVES
EN LOS ESPACIOS VERDES DE LA CIUDAD CAPITAL DE
SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA**



**LICENCIATURA EN ECOLOGÍA Y
CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE**

MOREND SOL
DIRECTOR: Dr CORIA OSCAR R.

AÑO 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
“Néstor René Ledesma”

**ESTRUCTURA ANIDADA DE LAS COMUNIDADES DE
AVES EN LOS ESPACIOS VERDES DE LA CIUDAD
CAPITAL DE SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA**

Trabajo Final de Graduación

Licenciatura en Ecología y Conservación del Ambiente

Alumna: Sol Morend

Fecha de Defensa:

Calificación:

Comité Evaluador:

Dr. Coria Oscar R.
Ing. Villaverde Alberto A.
Bióloga Giannuzzo Nancy A.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<i>AGRADECIMIENTOS</i>	<i>I</i>
<i>ABREVIATURAS</i>	<i>II</i>
<i>ÍNDICE DE CONTENIDOS</i>	<i>III</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	<i>V</i>
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	<i>VI</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>VII</i>

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, en especial a mi mamá Andrea y a mi “papá del corazón” Hugo, por darme las fuerzas, el apoyo y amor incondicional, siempre, con sus consejos, charlas y risas han logrado achicar las distancias.

A mi hermana Liú, mi otra mitad, por estar siempre a mi lado, ser mi mejor amiga y compañera desde el vientre. Por alentarme siempre a perseguir mis sueños.

A mi abuela Teté por tanto amor, que con sus enseñanzas y valores me han hecho apreciar la naturaleza de una manera única.

A mi papá Guido, mis hermanos Nedé y Leo, por su apoyo y amor brindado en cada momento.

A mi compañero de vida y de ruta Alejo, por el amor, los viajes y la compañía.

A mis amigas y amigos, compañeras y compañeros, con quienes he elegido pasar muchos de mis días, que han estado en las buenas y en las no tan buenas. Que me han alentado a seguir y nunca bajar los brazos. Todos ellos hoy conforman mi familia de la vida y estoy más que agradecida de tenerlos.

A mi director Oscar por brindarme la claridad para la realización del trabajo, por la gran ayuda en el muestreo, por los conocimientos brindados y los mates! Por aterrizarme a la realidad muchas veces y ayudarme a lograr este sueño.

A la familia Ludueña por hacerme sentir una más de ellos y alentarme en todo este proceso.

A la Facultad de Ciencias Forestales y a la Universidad Nacional de Santiago del Estero, por la capacitación recibida y haberme dado la posibilidad de vivir experiencias únicas.

Al personal de Jardín Botánico “Ing. Ftal. Lucas Roic”, en especial a Javier Lima, Ing. “Pepi” Enrique Roger y Manuel Palacio, por la buena onda, siempre.

A todos los profesores y profesoras que de alguna manera han generado en mi una inquietud y pasión por la ecología.

Al universo por ser cómplice de cruzarme con personas tan lindas a lo largo de este trayecto.

ABREVIATURAS

EVU	.....	Espacios verdes urbanos
PA	.....	Parque Francisco de Aguirre
JB	.....	Jardín Botánico
P. S	.....	Plaza Sarmiento
P. AF	.....	Plaza Andrés Figueroa
P. AR	.....	Plaza Absalón rojas
P. L	.....	Plaza Libertad
P. SM	.....	Plaza San Martín
TAE	.....	Total del área de estudio
CGS	.....	Con gradiente de superficie
A1	.....	Combinación A1
A2	.....	Combinación A2
A3	.....	Combinación A3
A4	.....	Combinación A4
SGS	.....	Sin gradiente de superficie
T	.....	Temperatura de la Matriz
BR	.....	Brecha Métrica
NODF	.....	Nested Overlap Decreasing Fill
CE	.....	Modelo nulo CE
MO	.....	Matriz original
MA	.....	Matriz anidada

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Espacios verdes y fauna.....	1
1.2 Estructura anidada de las comunidades de aves en espacios verdes.....	2
1.3 Hipótesis.....	5
1.4 Objetivos.....	5
General	5
Específicos	5

CAPITULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS	7
2.1 Área de estudio.....	7
2.1.1 Parque Francisco de Aguirre	9
2.1.2 Jardín Botánico “Ing. Ftal. Lucas D. Roic”	10
2.1.3 Plaza Sarmiento	10
2.1.4 Plaza Andrés Figueroa.....	11
2.1.5 Plaza Absalón Rojas	11
2.1.6 Plaza Libertad	11
2.1.7 Plaza San Martin	12
2.2 Diseño de muestreo y relevamiento de aves.....	12
2.3 Análisis de datos.....	14
2.3.1 Relación especie-área.....	14
2.3.2 Anidamiento.....	15
2.3.2.1 Métricas	17

CAPITULO 3

3. RESULTADOS	20
3.1 Riqueza y composición de aves.....	20
3.2 Relación Especie-Área.....	23
3.3. Anidamiento.....	26

3.3.1 Con gradiente de superficie	26
3.3.2 Sin gradiente de superficie.....	27
3.3.3 Matrices llevadas al máximo grado de anidamiento	28
 CAPITULO 4	
4. DISCUSIÓN	32
4.1 Relación especie-área.....	32
4.2 Anidamiento.....	33
4.3 Implicancias para la conservación.....	34
4.4 Perspectivas futuras.....	36
 CAPITULO 5	
5. CONCLUSIÓN.....	37
 CAPITULO 6	
6. BIBLIOGRAFÍA.....	38
 ANEXO 1	
A) PARQUE FRANCISCO DE AGUIRRE.....	47
B) JARDÍN BOTÁNICO “ING. FTAL.LUCAS ROIC”	47
C) PLAZA SARMIENTO.....	48
D) PLAZA ANDRÉS FIGUEROA.....	48
E) PLAZA ABSALÓN ROJAS.....	49
F) PLAZA LIBERTAD.....	49
G) PLAZA SAN MARTÍN.....	50
 ANEXO 2	
A) CGS – TOTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	52
B) CGS – A1.....	53
C) CGS – A2.....	54
D) CGS – A3.....	55
E) CGS – A4.....	56
F) SGS.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO 1

Figura 1. Estructura anidada de las comunidades	3
---	---

CAPITULO 2

Figura 2. Ubicación espacial del área de estudio.....	8
Figura 3. Espacios verdes urbanos abordados en la ciudad de Santiago del Estero.....	9
Figura 4. Diseño de muestreo.....	13
Figura 5. Anidamiento perfecto.....	15

CAPITULO 3

Figura 6. Presencia de especies por sitio.....	22
Figura 7. Curva de la relación especie-área.....	23
Figura 8. Gráficos de dispersión.....	25
Figura 9. Matrices de anidamiento	30
Figura 10. Matriz llevada al máximo anidamiento para el total del área de estudio.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO 2

Tabla 1. Características generales de los EVU.....	9
Tabla 2. Clasificación y orden de los casos de análisis.....	14
Tabla 3. Escala de anidamiento para la métrica NODF.....	18

CAPITULO 3

Tabla 4. Composición taxonómica de las aves registradas en el área de estudio.....	21
Tabla 5. Coeficientes de determinación de Pearson.....	24
Tabla 6. Valores de Z y de NODF.....	26
Tabla 7. Ordenamiento de los sitios en las matrices con máximo grado de anidamiento	27

RESUMEN

Estructura anidada de las comunidades de aves en los espacios verdes de la ciudad Capital de Santiago del Estero, Argentina

Los espacios verdes brindan a los ciudadanos beneficios sociales, económicos y ambientales. El grupo de las aves contribuye a los beneficios que brindan los espacios verdes, ya que favorecen la dispersión de semillas, polinización, control de plagas y remoción de restos biológicos. A su vez, los espacios verdes son importantes para la conservación de las aves en ciudades. Este conocimiento es fundamental para incorporar criterios ecológicos en la planificación urbana, sin embargo esa información está poco documentada en la mayoría de las ciudades, como es el caso de la ciudad Capital de Santiago del Estero. Por ello, este estudio aborda el determinante “tamaño de espacios verdes” de la teoría de anidamiento, para evaluar si las comunidades de aves de la ciudad evidencian una estructura anidada. Hipótesis: la relación especie-área presente en un gradiente de superficie de los espacios verdes de la ciudad, determina una estructura anidada de las comunidades de aves. Predicción: si las áreas incrementan la riqueza de especies de aves en función de la superficie, se espera que las áreas más pequeñas sean un subconjunto de las áreas más grandes. Se consideraron a siete espacios verdes, con los cuales se abordaron cinco casos con gradientes de superficie, y uno sin gradiente de superficie. Las aves fueron relevadas utilizando el método conteo por punto de radio fijo (50 m radio, tiempo 10 min). Para evaluar anidamiento se utilizó el Z (métrica NODF, modelo nulo CE, 100 permutaciones, $p < 0,05$) del programa Ned. Se determinó para los cinco casos con gradiente de superficie, una estructura anidada de las comunidades de aves ($p < 0,05$), y para el caso sin gradiente de superficie no se evidenció anidamiento ($p > 0,05$). Se concluye que el determinante “tamaño de espacios verdes” explica la estructura anidada de las comunidades de aves de la ciudad. Este estudio contribuye a la comprensión de la ecología de comunidades de aves para la ciudad de Santiago del Estero, y significa el punto inicial para investigaciones futuras para avanzar con la teoría de anidamiento y con otros marcos conceptuales sobre ecología en la ciudad.

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Espacios verdes y fauna

Las ciudades evidencian diferentes formas y espacios asociados a las necesidades de las sociedades. En este contexto existen los espacios verdes: “ambientes humanizados en los que predominan los elementos naturales, fundamentalmente las plantas en todos sus estratos, desde hierbas hasta árboles” (Belli, 1995). Ejemplos de estos espacios lo constituyen plazoletas, plazas, paseos, jardines y parques.

Los espacios verdes brindan a los ciudadanos beneficios sociales, económicos y ambientales (Priego González de Canales, 2013). Los beneficios sociales se vinculan a la identidad que la sociedad posee con ellos, porque éstos añaden belleza al entorno, lo cual sirve de esparcimiento y descanso, y contribuye con la conciencia ambiental. Los beneficios económicos locales derivan del reconocimiento de la naturaleza por parte de la sociedad, lo cual repercute positivamente en el incrementando del valor de la propiedad y/o atrayendo inversiones a la zona (Villaverde, 2005).

Estas áreas provistas de vegetación otorgan beneficios ambientales al moderar los efectos negativos del sol, del viento y de la lluvia. Contribuyen a una mejor calidad del aire, porque regulan la temperatura (interceptan, reflejan, absorben y transmiten la radiación solar) (Villaverde, 2005), retienen el polvo y otras partículas en la superficie de las hojas, y contribuyen con la disminución de contaminantes como el dióxido de carbono, ozono, monóxido de carbono y dióxido de azufre. Pueden disminuir la contaminación acústica desviando los ruidos hacia arriba, mediante absorción, desviación, reflexión, refracción o por enmascaramiento del sonido. También incrementan la superficie permeable de la ciudad, al interceptar, retener o disminuir el flujo de la precipitación. Pueden reducir la velocidad y volumen de la escorrentía de una tormenta y los daños por inundaciones (Priego González, 2011).

Las ciudades además albergan diferentes formas de vida animal, como insectos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Muchas especies de estos grupos encuentran sus requerimientos de hábitats en parques y jardines (Sierra Vásquez, 2012). En particular, las aves son buenas indicadoras para la valoración de la calidad de hábitats urbanos, por ser un grupo ecológico y taxonómicamente muy diversificado, de distribución mundial, conspicuo y con una marcada sensibilidad a los cambios ambientales (Fernández-Juricic, 2000). La presencia de este grupo contribuye a los beneficios que brindan los espacios verdes, ya que favorece la dispersión de semillas, polinización, control de plagas, remoción de restos biológicos, entre otros (Mechado, 2014). Las aves actúan como enlaces móviles que transfieren energía tanto dentro como entre los sistemas en los que habitan, y de esa forma apoyan a las funciones ecosistémicas globales (Bierwagen, 2007).

A partir de las últimas décadas han sido cada vez más los estudios que demuestran la importancia de los espacios verdes urbanos para la avifauna (Sasvari, 1984; Ptaszyk, 1987; Honza, 1992), independientemente de su valor desde otros puntos de vista. Por ello, es de gran interés conocer la importancia de los espacios verdes urbanos vinculada a la ecología de las especies (Bierwagen, 2007). Este conocimiento es fundamental para incorporar criterios ecológicos en su planeamiento, sin embargo esa información está poco documentada en la mayoría de las ciudades (Niemelä, 1999), como es en la ciudad Capital de Santiago del Estero en Argentina.

1.2 Estructura anidada de las comunidades de aves en espacios verdes

La estructura de una comunidad que no se debe al simple azar, posee en sí una causa biológica, relacionada a requerimientos de hábitat, accesibilidad y distancias de desplazamientos (Méndez Iglesias, 2004). La forma de organización de las comunidades toma relevancia al indagar acerca de la manera en que ésta ordenación se hace presente, si sigue un patrón o estructura, y si de alguna manera es predecible.

Una perspectiva de estudio de la estructura de las comunidades de aves, es aquella referida a su composición en islas y paisajes fragmentados. Cuestión que ha recibido mucha atención en épocas recientes, por la preocupación que despierta la creciente fragmentación de muchos hábitats naturales (Méndez Iglesias, 2004).

Dentro del estudio de las comunidades en islas, surge la “Teoría de Subconjuntos Anidados”, enfocada inicialmente en archipiélagos (una serie de islas, cada una de ellas con un número y composición de especies diferente), encontrando un modelo propio en la organización de dicha diversidad, llamado “patrón anidado”.

Un conjunto de especies presenta un patrón anidado cuando *“la composición específica de las áreas más empobrecidas en diversidad de especies (islas depauperadas) son un mero subconjunto, no-aleatorio, de aquellas de mayor riqueza específica (islas diversas)”* (Atmar y Patterson, 1993) (Figura 1).

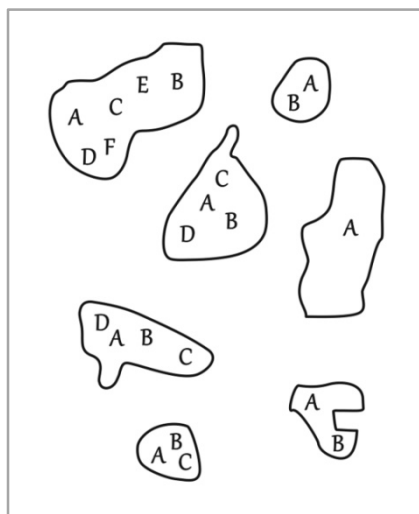


Figura 1. Archipiélago hipotético que ilustra la estructura anidada de las comunidades. Cada letra representa una especie.
Fuente: elaboración propia (adaptada de Méndez Iglesias, 2004).

Según el patrón anidado, las islas depauperadas contienen simplemente especies comunes, presentes en todo el conjunto, mientras que las islas diversas contienen especies raras, que sólo se encuentran en dichas islas. Por lo tanto, si una especie se encuentra en una isla depauperada debería estar presente también en todas las islas más diversas, pero no al revés (Méndez Iglesias, 2004).

El anidamiento es un patrón común en muchas comunidades. Una de las estrategias de estudio más interesantes es el análisis de las causas que lo están ocasionando y de

las especies que se apartan del patrón general (Atmar y Patterson, 1993; Patterson y Atmar, 2000). Las especies de una comunidad pueden estar anidadas como consecuencia de diferencias en la capacidad de colonización y/o extinción (Darlington, 1957; Patterson y Atmar, 1986), por el anidamiento en la estructura del hábitat (Cutler, 1994), por el tamaño y el grado de aislamiento de los parches (Fernández-Juricic, 2000), por el muestreo pasivo (Cutler, 1994) o por diferencias en la calidad del hábitat (Hylander *et al.*, 2005).

Vinculado a la determinante tamaño, la superficie es uno de los factores que explican la riqueza específica de los sitios, debido a que cuanto mayor es el parque, mayor es el número de especies que pueden satisfacer sus necesidades espaciales mínimas (Fernández-Juricic y Jokimäki, 2001). Dicha relación entre la riqueza y el tamaño del área deriva de las explicaciones sobre la heterogeneidad de hábitats y limitación de la dispersión (Green y Ostling, 2003), los procesos de colonización y extinción de las especies, la magnitud y frecuencia de los disturbios (MacArthur y Wilson, 1967), y al muestreo pasivo (Cutler, 1994).

En especial, el anidamiento de las comunidades de aves se ha estudiado tanto en archipiélagos de islas como en otros sistemas insulares no oceánicos (Méndez Iglesias, 2004), siendo escasos los estudios que se abordan en ámbitos urbanos. Por ejemplo, se puede mencionar al trabajo realizado por Fernández-Juricic (2000), que abordó la distribución regional y el anidamiento de las comunidades de aves en 25 parques urbanos de Madrid, determinando la influencia de la edad, el tamaño y el grado de aislamiento de los parques.

En particular, en la ciudad Capital de Santiago del Estero son escasos los estudios sobre el grupo de las aves. Únicamente se puede mencionar el trabajo de Coria *et al.* (2015) quienes abordaron la riqueza y gremios tróficos de la avifauna en la reserva urbana de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Por todo lo expuesto, con el presente trabajo se aborda por primera vez un análisis de la distribución espacial de las aves a escala ciudad en la Capital de Santiago del Estero, evaluando la determinante tamaño (relación especie-área) de la teoría de

anidamiento. Esto es posible porque la ciudad posee un sistema de espacios verdes (“islas”) que permite llevar a cabo un diseño con y sin gradientes de superficie.

Debido a que la distribución de algunas especies de aves es dada por la disponibilidad de recursos específicos y al tamaño de fragmento (Telleria y Santos, 1995), se espera que el número de especies incremente con la superficie de los espacios verdes, por lo tanto, que los más grandes sean más diversos que los más pequeños. De acuerdo a esta determinante, el presente estudio evalúa si las áreas menos diversas (con superficies menores) son subconjuntos de los espacios más diversos (de mayor tamaño), reflejando así una estructura anidada en las comunidades de aves.

1.3 Hipótesis

La relación especie-área presente en un gradiente de superficies de los espacios verdes de la ciudad de Santiago del Estero, determina una estructura anidada de las comunidades de aves.

Predicción: Si la riqueza de especies de aves incrementa en función de la superficie de los espacios verdes, se espera que las áreas más pequeñas sean un subconjunto de las áreas más grandes.

1.4 Objetivos

General

Evaluar si la determinante tamaño de la teoría de anidamiento, determina una estructura anidada de las comunidades de aves en los espacios verdes urbanos de la ciudad Capital de Santiago del Estero.

Específicos

- Obtener la riqueza específica y composición de aves de los espacios verdes urbanos de la ciudad Capital de Santiago del Estero.
- Determinar la relación especie-área de la avifauna en los espacios verdes de la ciudad.

- Evaluar la influencia del gradiente de superficie en el patrón estructural que presentan las comunidades de aves de la ciudad.

CAPITULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El área de estudio se ubica en la provincia de Santiago del Estero (Figura 2A), específicamente en el noreste de la ciudad Capital de Santiago del Estero (entre 64°15'59.97"O - 64°15'10.14"O y 27°45'55.87"S - 27°47'41.61"S) (Figura 2B).

El clima corresponde al tipo semiárido, con nulo o pequeño exceso de agua, mesotermal (Boletta *et al.*, 1989). La precipitación media anual en la ciudad es de 550 mm y las temperaturas medias de los meses más caliente (enero) y más frío (julio) son de 27,7 °C y 13,3 °C respetivamente, mientras que las temperaturas máxima y mínima absolutas son de 46 °C y -10 °C (Roic *et al.*, 2000). Fitogeográficamente, se encuentra en el Distrito Chaqueño Occidental de la Provincia Chaqueña, que contiene bosques xerófilos (Cabrera, 1971).

Los espacios verdes de la ciudad exhiben una vegetación variada, con ejemplares autóctonos de la región como *Prosopis alba* (algarrobo blanco), *Prosopis nigra* (algarrobo negro), *Prosopis ruscifolia* (vinal), *Geoffroea decorticans* (chañar), *Acacia caven* (churqui), *Acacia aroma* (tusca), *Celtis tala* (tala) y *Sapium haematospermum* (lecherón) (Villaverde, 2005).

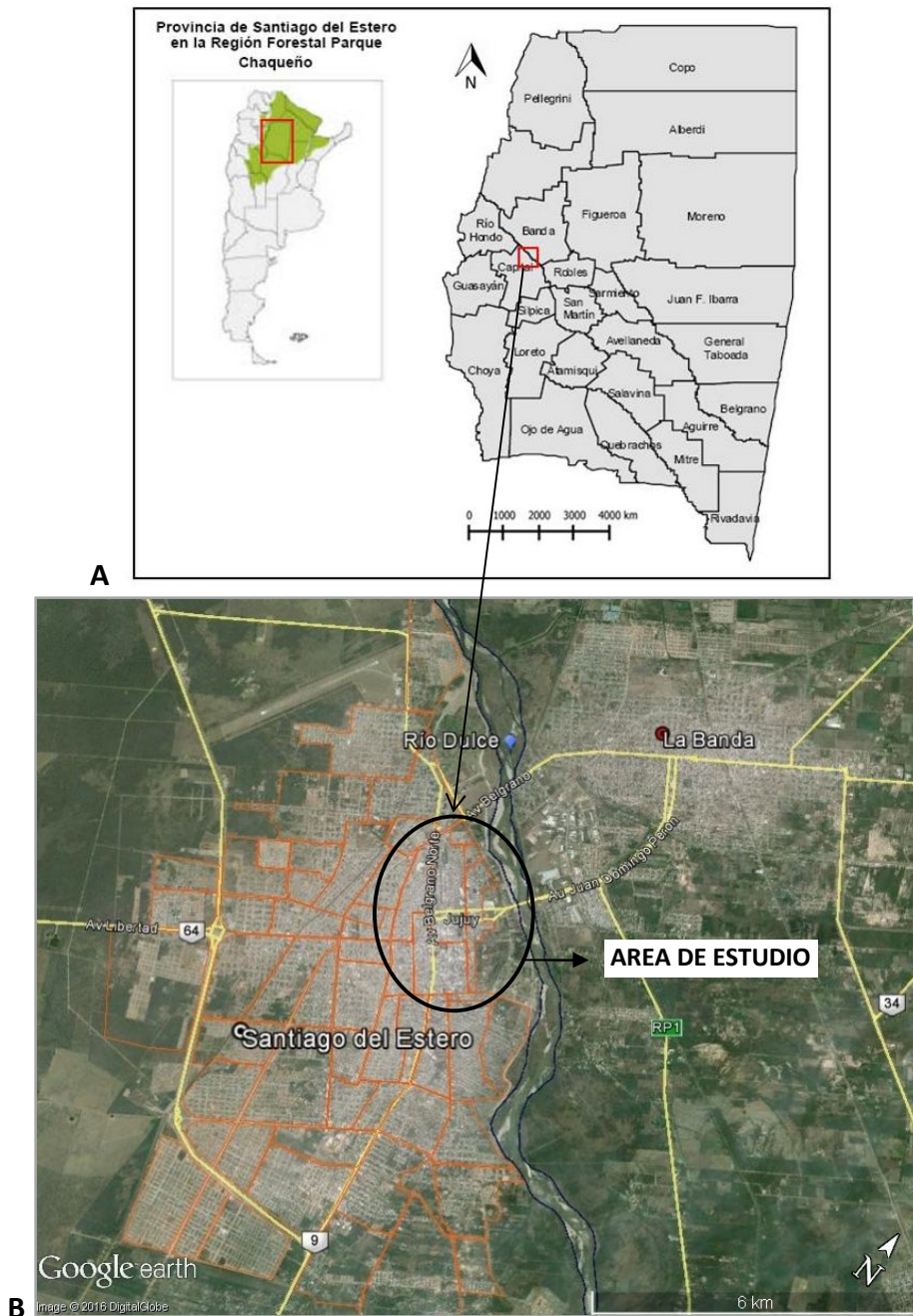


Figura 2. Ubicación espacial del área de estudio. **A)** Provincia de Santiago del Estero en Argentina. **B)** Área de estudio (círculo negro), y barrios de la ciudad delimitados por las líneas anaranjadas.

Se abordaron siete espacios verdes urbanos (EVU): Parque Francisco de Aguirre, Jardín Botánico, y las plazas Sarmiento, Andrés Figueras, Absalón Rojas, Libertad y San Martín (Tabla 1; Figura 3).

Tabla 1. Características generales de los espacios verdes urbanos considerados en el estudio.

Área de Estudio	Coordenadas		Superficie ha
	Latitud	Longitud	
Parque F. Aguirre	27°46'57.14"S	64°15'7.06"O	79
Jardín Botánico	27°46'8.88"S	64°16'4.54"O	5
Plaza Sarmiento	27°47'36.56"S	64°15'7.15"O	2,44
Plaza Andrés Figueroa	27°46'29.75"S	64°16'12.92"O	2,1
Plaza Absalón Rojas	27°47'40.90"S	64°15'54.77"O	1,32
Plaza Libertad	27°47'15.53"S	64°15'34.84"O	1,21
Plaza San Martín	27°47'2.72"S	64°15'50.75"O	0,78

**Figura 3.** Espacios verdes urbanos abordados en la ciudad Capital de Santiago del Estero.

2.1.1 Parque Francisco de Aguirre

El Parque Francisco de Aguirre (PA) es el área verde de mayor antigüedad y superficie de la ciudad, con una superficie de 450 ha (Argañaraz, 2010). Implantado hace aproximadamente 100 años como una masa homogénea de *Eucaliptus camaldulensis* (eucaliptus), se sitúa sobre la margen derecha del Río Dulce (Zerda *et al.*, 2011), a cuatro cuadras del barrio centro de la ciudad. La misma ha permitido fomentar la recreación y el esparcimiento de los habitantes mediante los clubes

sociales y deportivos, juegos infantiles, restaurantes, camping municipal, vivero municipal, escuelas, confiterías, anfiteatro, estatuas y monumentos, jardines y paseos.

El presente estudio ha tomado una superficie de 79 ha, entre las calles Pedro Pablo Olaechea, Salta y Dr. Archetti; Avenidas Núñez del Prado, Alsina y Autopista Juan Domingo Perón (Anexo 1A).

2.1.2 Jardín Botánico “Ing. Ftal. Lucas D. Roic”

El Jardín Botánico (JB) (Anexo 1B) pertenece a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). Se ubica entre la margen derecha del Río Dulce y la Avenida Costanera Almirante Brown, limitando al noroeste con la Ruta Nacional Nº 64 que comunica las ciudades de Santiago del Estero y La Banda mediante el antiguo puente ferro-vial (Puente Carretero).

Este EVU está constituido por un predio cercado de aproximadamente 5 ha que contiene colecciones vegetales, dispuestas en diferentes sectores, de flora santiagueña, gimnospermas, monocotiledoneas, cantero sistemático, umbráculo, selva tucumano-oranense, cactáceas, flora argentina, frutales y mirtáceas. Constituye un espacio para el desarrollo de actividades relacionadas con la conservación, promoción y protección de biodiversidad vegetal, involucrando acciones de educación, investigación y extensión. Además de las actividades relacionadas con el desarrollo de asignaturas específicas de las carreras que se dictan en la FCF-UNSE, se atienden visitas de establecimientos educacionales de todos los niveles, y se dictan cursos destinados a docentes, profesionales, alumnos y público en general (Palacio *et al.*, 2013).

2.1.3 Plaza Sarmiento

La plaza Sarmiento (P. S) se ubica en el barrio Cáceres, centro-este de la ciudad, entre las calles 3 de Febrero, Alsina, Buenos Aires e Independencia, frente a las Escuelas Normal Manuel Belgrano y Sarmiento (Anexo 1C). Posee una superficie de 2,44 ha y se caracteriza por la presencia del busto de Domingo Faustino Sarmiento, y

un monumento a la Soberanía Nacional representado por las Islas Malvinas. También cuenta con varios juegos infantiles, fuentes y un pequeño anfiteatro.

2.1.4 Plaza Andrés Figueroa

La plaza Andrés Figueroa (P. AF) se sitúa en el acceso norte de la ciudad, al frente de la Parroquia San Roque (barrio Juan Bautista Alberdi), ocupando una superficie de 2,1 ha. Posee una forma rectangular conformada por dos formaciones vegetales separadas por la calle Irigoyen, que junto con la calle Constitución son sus dos únicas rutas de acceso (Anexo 1D).

2.1.5 Plaza Absalón Rojas

La plaza Absalón Rojas (P. AR) se ubica al oeste de la ciudad, en el barrio Congreso, entre las calles San Martín, Pedro León Gallo, Granadero Saavedra y Avenida Colón Sur. Posee una superficie aproximada de 1,32 hectáreas.

2.1.6 Plaza Libertad

La plaza Libertad (P. L) está ubicada en el barrio Centro de la ciudad, entre las calles Libertad, Avellaneda, Independencia y 24 de Septiembre (Anexo 1F). Posee una superficie de 1,21 ha, y es la plaza principal de la ciudad, alrededor de la cual se desarrolla gran parte de la vida social (Colucci *et al.*, 2005). Frente a ella se sitúan la Iglesia Catedral Basílica, el Centro cultural del Bicentenario (antiguo Cabildo), la Municipalidad de la ciudad y diversos locales comerciales.

El estudio de Roger *et al.* (2014) distingue a la flora de este EVU como diversa, que incluye especies arbóreas y arbustivas tanto nativas (cuando su área de distribución incluye a la provincia de Santiago del Estero), como no nativas (cuando son originarios de otras regiones fitogeográficas del país), y exóticas (originarios de otros países). Destacan la predominancia de las exóticas, que superan en número de especies y ejemplares de no nativas y las nativas que se muestran en menor proporción.

Actualmente, la plaza ha sido remodelada elevando la calzada de las calles que la rodean, ampliando el tránsito de los peatones y reduciendo el tránsito de vehículos.

2.1.7 Plaza San Martín

La plaza San Martín (P. SM) se ubica al norte de la ciudad en el barrio Juan Bautista Alberdi. Posee una superficie aproximada de 0,78 ha, y la rodean las calles Absalón Rojas, Leandro Alem, Jujuy y Avenida Rivadavia (Anexo1G). En ella se encuentra la estatua del General San Martín y su entorno está conformado por la Casa de Gobierno, Colegio y Capilla de Belén, Sociedad Sirio Libanesa, Policía Federal e Iglesia Ortodoxa San Jorge.

Las especies vegetales predominantes son las arbustivas seguidas de las arbóreas, siendo dominantes *Lugustrum lucidum* (ligustrina) y *Handroanthus impetiginosus* (lapacho rosado) respectivamente (Roger *et al.*, 2012. Inédito).

2.2 Diseño de muestreo y relevamiento de aves

El número de unidades de muestreo determinado en cada espacio verde fue directamente proporcional a la superficie. Se ubicó un punto de conteo en las plazas Sarmiento, Libertad, Absalón Rojas y San Martín; dos puntos en la plaza Andrés Figueroa con una distancia de 150 m entre ellos; cuatro puntos en el Jardín Botánico con una distancia mínima de 150 m entre ellos; y 14 puntos en el Parque F. de Aguirre con una distancia mínima de 200 m entre ellos y distribuidos de manera semisistemática en cuatro transectas principales (Figura4).

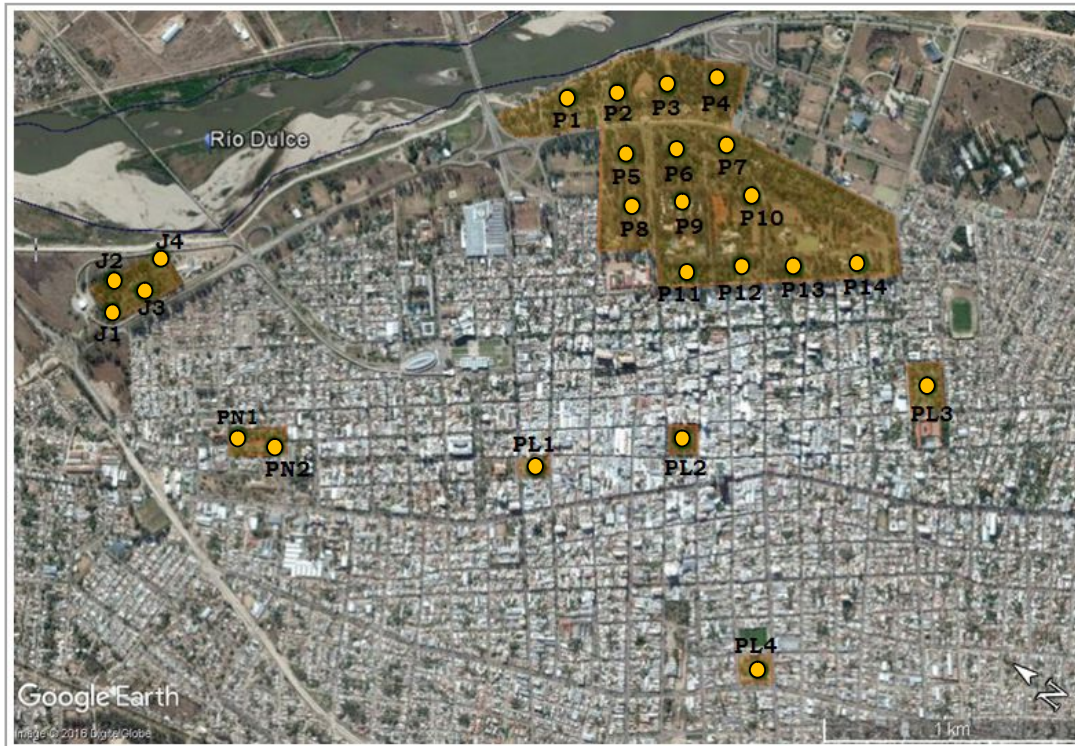


Figura 4. Diseño de muestreo, con los EVU (polígonos anaranjados) y los puntos de muestreo (círculos amarillos). **P1-P14:** Parque Aguirre; **J1-J4:** Jardín Botánico; **PN1-PN2:** Plaza Andrés Figueroa; **PL1:** Plaza San Martín; **PL2:** Plaza Libertad; **PL3:** Plaza Sarmiento; **PL4:** Plaza Absalón Rojas.

Para el muestreo de aves se utilizó el método de conteo por puntos de radio fijo (Hutto *et al.*, 1986; Ralph *et al.*, 1995). La toma de datos se realizó en la época reproductiva de las especies (febrero de 2015). En cada unidad de muestreo se realizaron dos conteos con un intervalo de 5 a 7 días entre ellos. En cada conteo se determinó de manera visual y auditiva el número de individuos de cada especie de ave, durante un tiempo de 10 min y considerando un radio de 50 m. El horario de los registros fue en el rango de 7 - 9 horas de la mañana, y no se muestreó cuando las condiciones meteorológicas dificultaron la detectabilidad de las aves (fuertes vientos, lluvias) (Conner y Dickson, 1980).

Para abordar la hipótesis del presente estudio, se consideraron un total de seis casos de análisis (Tabla 2). Los casos fueron clasificados en dos grupos, siguiendo o no un gradiente de superficie decreciente. Para el primero, se tomó el total del área de estudio (TAE) y 4 combinaciones del mismo (A1, A2, A3 y A4), para el segundo grupo se consideró solamente las plazas (sin gradiente de superficie).

Tabla 2. Clasificación y orden de los seis casos de análisis. **A1:** combinación 1; **A2:** combinación 2; **A3:** combinación 3; **A4:** combinación 4. Los números corresponden al orden dado para la ubicación de los sitios. Entre paréntesis se detalla en hectáreas la superficie de cada sitio.

Con Gradiente de Superficie		
Total Área de Estudio	A1	A3
0: Parque Aguirre (79)	0: Parque Aguirre (79)	0: Parque Aguirre (79)
1: Jardín Botánico (5)	1: Jardín Botánico (5)	1: Jardín Botánico (5)
2: Plaza Sarmiento (2,44)	2: Plaza Sarmiento (2,44)	2: Plaza Sarmiento (2,44)
3: Plaza A. Figueroa (2,1)	3: Plaza A. Figueroa (2,1)	3: Plaza Libertad (1,21)
4: Plaza A. Rojas (1,32)	A2	A4
5: Plaza Libertad (1,21)	0: Parque Aguirre (79)	0: Parque Aguirre (79)
6: Plaza San Martín (0,78)	1: Jardín Botánico (5)	1: Jardín Botánico (5)
	2: Plaza Sarmiento (2,44)	2: Plaza Sarmiento (2,44)
	3: Plaza Abs. Rojas (1,32)	3: Plaza San Martín (0,78)
Sin Gradiente de Superficie		
	0: Plaza Sarmiento (2,44)	
	1: Plaza A. Rojas (1,32)	
	2: Plaza Libertad (1,21)	
	3: Plaza A. Figueroa (2,1)	
	4: Plaza San Martín (0,78)	

2.3 Análisis de datos

2.3.1 Relación especie-área

Para determinar si la riqueza de especies incrementa en función de la superficie de los espacios verdes, se obtuvo la curva de relación Especie-Área para el total del área de estudio. Para ello se utilizaron los valores logarítmicos de las variables riqueza y superficie.

Para comprobar la correlación entre las variables riqueza y superficie para cada uno de los casos de análisis, con y sin gradiente de superficie, se realizó la regresión lineal. Se determinaron los coeficientes de Pearson (r) y de Determinación (R^2).

El coeficiente de Pearson (r) cuantifica la intensidad de la relación lineal entre dos variables, independiente de la escala de medida de las mismas. Su valor oscila entre -1

y 1. La fórmula matemática para su obtención es: $r = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}}$ donde:
x=superficie; y = riqueza.

El valor del coeficiente de determinación (R^2) se obtiene elevando al cuadrado el valor del coeficiente de Pearson (r), e indica la proporción o porcentaje de variación total en la variable dependiente (Y), que es explicada por el modelo de regresión. Adquiere valores entre 0 y 1, y cuanto más se acerca al valor 1, puede concluirse que el modelo lineal es adecuado para describir la relación que existe entre las variables.

2.3.2 Anidamiento

El primer paso del análisis para determinar anidamiento consiste en obtener listas (lo más completas posible) del número de especies presentes en cada uno de los sitios relevados (Méndez Iglesias, 2004). Estos datos se disponen en una tabla, con las especies en columnas y los sitios en filas (Patterson y Atmar, 1986). En cada casilla de la tabla se introduce un '1' si la especie está presente, y un '0' (o un espacio en blanco) si la especie está ausente. De esta manera se logran las denominadas matrices presencia-ausencia (McCoy y Heck, 1987). Además, para visualizar el máximo grado de anidamiento, las columnas y las filas se disponen en orden decreciente de presencia o número de especies, de modo que se obtiene una ordenación triangular de los '1' en la parte superior izquierda de la tabla. (Figura 5).

	1	2	3	4	5	6	7
A	1	1	1	1	1	1	1
B	1	1	1	1	1	1	
C	1	1	1	1			
D	1	1					
E	1						
F	1						

Figura 5. Tabla hipotética que ilustra caso de anidamiento perfecto. Los números son las especies y las letras los sitios.
Fuente: elaboración propia (adaptación de Méndez Iglesias, 2004).

En el presente estudio se confeccionaron las matrices presencia-ausencia para los 6 casos de análisis (TAE, combinaciones A1, A2, A3 y A4; y SGS) (Anexo 2).

Para cuantificar el grado de anidamiento de una matriz, existen diferentes modos de cálculo y múltiples variaciones de métricas o índices desarrollados en las últimas décadas por varios autores (Patterson y Atmar, 1986; Atmar y Patterson, 1993; Cutler, 1991, 1994; Wright y Reeves, 1992; Lomolino, 1996; Wright *et al.*, 1997; Brualdi y Sanderson, 1999; Cam *et al.*, 2000; Hausdorf y Hennig, 2007; Almeida-Neto *et al.*, 2008; Corso *et al.*, 2008; Staniczenko *et al.*, 2013).

Para evaluar el anidamiento de las matrices se utilizó el programa NeD (Strona y Fattorini, 2014), que proporciona combinaciones de métricas y simulaciones aceptadas para los análisis de anidamiento exploratorios, permitiendo realizar investigaciones con los más robustos parámetros disponibles en la actualidad (Strona y Fattorini, 2014). Posee una versión web para ser utilizada en línea y otra estática para su libre descarga. Trabaja con una interfaz gráfica y proporciona flexibilidad en el formato de entrada de los datos (matrices). Reporta las estadísticas descriptivas para las métricas y las simulaciones (modelo nulo) utilizadas. También otorga salidas gráficas de la matriz original y aquella llevada al máximo grado de anidamiento (Strona y Fattorini, 2014). Por ello se lo considera un programa adecuado para el presente estudio, radicando su importancia en la facilidad de uso que posee respecto a otros programas (Strona y Fattorini, 2014).

NeD evalúa la significancia estadística de las matrices, utilizando un “valor de Z”. Este valor es un indicador de anidamiento asociado a valores observados y simulados. Los datos observados son aquellos extraídos de las matrices originales, y los simulados corresponden a datos obtenidos mediante una simulación, llamada “modelo nulo”.

El valor de Z mide el número de desviaciones estándar que el índice observado está por encima o por debajo de la media del índice simulado (Rodríguez Fernández, 2015), y se lo calcula: $Z = \frac{E_{obs} - E_{exp}}{\delta_{exp}}$ donde, E_{obs} = valor de la métrica para la matriz original; E_{exp} = media de las sumas de los valores de la métrica para el modelo nulo y δ_{exp} =desviación estándar de la distribución del modelo nulo (Ulrich *et al.*, 2009).

2.3.2.1 Métricas

El programa NeD ofrece tres métricas utilizadas generalmente para los análisis de anidamiento de las comunidades biológicas (Strona *et al.*, 2014):

- *Temperatura de la Matriz (T)*. Fue la primera métrica para calcular el grado de anidamiento de una matriz (Atmar y Patterson, 1993). Se denomina “temperatura de la matriz” y mide el grado en que se aparta una matriz del anidamiento perfecto. Sus valores varían entre 0° (anidamiento perfecto) y 100° (ausencia de anidamiento, dado completamente al azar) (Tabla 3).

- *Brecha Métrica (BR)*. Brualdi y Sanderson (1999) introdujeron la “brecha métrica”, que calcula anidamiento de acuerdo a la suma de “empujes” necesarios de valores 1 y 0 en cada fila o columna de la matriz, con el fin de obtener un anidamiento perfecto. Es un recuento del número de discrepancias (ausencias o presencias) que debe ser “corregido” para producir una matriz perfectamente anidada (Kaiser, 2015).

- *NODF*. Es una métrica desarrollada por Almeida-Neto *et al.* (2008), su nomenclatura hace referencia a sus siglas en inglés, NO para “Nested Overlap” y DF para “Decreasing Fill”, cuyo valor varia de 0 a 100, donde a mayores valores de NODF, mayor será el anidamiento de la matriz (Tabla 3).

De las métricas descriptas anteriormente, se utilizó NODF, debido a la discusión que existe actualmente en cuanto al uso de las demás métricas (Keiser, 2015). Por ejemplo la métrica T (temperatura de la matriz), si bien es una de las más utilizada, diversos autores han encontrado que el error tipo 1 de la misma, es elevado (James *et al.*, 2012; Gotelli Ulrich *et al.*, 2007) y que está vagamente definida (Corso *et al.*, 2008). Almeida-Neto *et al.* (2008) sugiere que todos los estudios previos utilizando T deben ser re-evaluados debido principalmente a que la dimensión de la matriz parece tener una influencia grande (Wright *et al.*, 1997; Greve y Chown, 2006). En cuanto a BR, se ha encontrado que es sensible a la ordenación de las filas y columnas, alcanzando su máximo cuando es ordenado por total de fila y columna (Ulrich y Gotelli, 2007).

La métrica NODF es utilizada de manera generalizada en los estudios más recientes de anidamiento (Pagel *et al.*, 2014; Rodríguez Fernández, 2015). Es un índice considerado particularmente robusto ya que tiene la ventaja de ser independiente del tamaño y forma de la matriz (Almeida-Neto *et al.*, 2008; Ulrich y Almeida-Neto, 2012).

En el programa NeD, para la métrica NODF, valores de $Z > 1,64$ indican anidamiento significativo con un intervalo de confianza del 95% ($p=0,05$) (Strona *et al.*, 2014) (Tabla 3).

Tabla 3. Escala para la métrica NODF desde el perfecto anidamiento al dado al azar. Valor de Z que indica anidamiento significativo para la métrica asociada al modelo nulo.

NODF	Métrica		Valor de Z
	Valor de máximo anidamiento	Valor de máxima azarosidad	Anidamiento significativo
	100	0	$Z > 1,64$

2.3.2.2 Modelo nulo

Los modelos nulos son métodos estadísticos que permiten evaluar la contribución de un mecanismo de interés en la generación de un patrón observado en la naturaleza. Se realizan mediante el criterio de azarosidad, a partir de trabajar con datos ecológicos pertenecientes a una distribución desconocida o imaginada. De esta manera, los experimentos nulos no son reales, sino más bien hipotéticos. Tienen como principal objetivo determinar si los patrones observados (emanados de un conjunto de datos reales) son causados por mecanismos ecológicos o evolutivos (conocidos o no), o tan sólo por el azar (Vilchis, 2000).

En el presente estudio, para el cálculo del valor de Z se utilizó el modelo nulo CE con 100 matrices aleatorias, seleccionado entre los cinco modelos disponibles del programa NeD (Almeida-Neto, 2008; Ulrich y Gotelli, 2007). Este modelo genera matrices con filas y columnas de sumas proporcionales a las filas y columnas totales de la matriz original (Strona y Fattorini, 2014), siendo uno de los más recomendados y

utilizado (Pagel, *et al.*, 2014; Rodríguez Fernández, 2015). Nielsen y Bascompte (2007) demostraron estadísticamente que funciona bien y tiene baja tasa del error tipo I.

El modelo nulo CE asigna a cada celda de la matriz simulada, una probabilidad de presencia de una especie en un sitio proporcional a la riqueza específica del sitio y al número de sitios en la que la especie fue observada. Así, la probabilidad de que una celda perteneciente a la fila i y la columna j sea ocupada, sería: $P_{ij} = \left(\frac{P_i}{C} + \frac{P_j}{R} \right) / 2$ donde, P_i = número de presencias en la fila i ; P_j = número de presencias en la columna j ; C = número de columnas; R = número de filas de la matriz.

En general el anidamiento ha sido bien calculado mediante el valor de Z para matrices aleatorias bajo el modelo nulo CE (Strona y Fattorini, 2014). La métrica NODF en combinación con dicho modelo nulo, ha generado resultados consistentes, siendo esta configuración utilizada en varios estudios importantes de anidamiento (Bastolla *et al.*, 2009; Jonhson *et al.*, 2013, Rodríguez Fernández, 2015), cuyos resultados se han considerado robustos para este tipo de análisis (Strona y Fattorini, 2014).

CAPITULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Riqueza y composición de aves

Se registró en todas las unidades de muestreo para los siete EVU, un total de 45 especies de aves, pertenecientes a 10 órdenes y 19 familias (Tabla 4). Este dato representa el 13,63% de la avifauna de Santiago del Estero de acuerdo con las 330 especies citadas para la provincia (Nores *et al.*, 1991). Las familias más numerosas fueron Tyrannidae y Columbidae con 8 y 5 especies respectivamente.

Del total de especies registradas, cinco estuvieron presentes en todos los espacios verdes urbanos: *Columba livia* (paloma doméstica), *Patagioenas maculosa* (paloma manchada), *Columbina picuí* (torcacita común), *Furnarius rufus* (hornero) y *Pitangus sulphuratus* (benteveo común).

Fueron 23 las especies que no se registraron en ninguna de las plazas, de las cuales seis estaban presentes sólo en Parque Aguirre y nueve sólo en el Jardín Botánico, siendo ocho las especies compartidas entre ambos lugares (Figura 6).

Se evidenciaron dos casos particulares, el de *Empidonomus aurantioatrocristatus* (tuquito gris), sólo registrado en la plaza Andrés Figueroa y el de *Pyrocephalus rubinus* (churrinche) encontrado en el sitio anteriormente mencionado y en plaza Absalón Rojas. Por su parte *Passer domesticus* (gorrión) y *Progne elegans* (golondrina negra), estuvieron presentes en todos los sitios excepto en el Jardín Botánico (Tabla 4).

Las 15 especies restantes estuvieron repartidas en los siguientes casos: en el Parque Aguirre y al menos una plaza más, en el Jardín Botánico y al menos una plaza más, y en el Parque Aguirre, Jardín Botánico y por lo menos una plaza más (Figura 6).

Tabla 4. Composición taxonómica de especies de aves registradas en los espacios verdes del área de estudio. **PA:** Parque Aguirre; **JB:** Jardín Botánico; **P.S:** Plaza Sarmiento; **P.L:** Plaza Libertad; **P.AR:** Absalón Rojas; **P.SM:** Plaza San Martín. **x=** presencia de la especie. *Especies exclusivas del PA. ** Especies exclusivas de JB.

Orden	Familia	Especie	PA	JB	P.S	P.AF	P. AR	P.L	P.SM
GALLIFORMES	CRACIDAE	Charata (<i>Ortalis canicollis</i>)**		x					
PELECANIFORMES	ARDEIDAE	Chiflón (<i>Syrigma sibilatrix</i>)*	x						
CHARADRIIFORMES	RECURVIROSTRIDAE	Tero real (<i>Himantopus mexicanus</i>)*	x						
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	Paloma Doméstica (<i>Columba livia</i>)	x	x	x	x	x	x	x
		Paloma Manchada (<i>Patagioenas maculosa</i>)	x	x	x	x	x	x	x
		Yeruti Común (<i>Leptotila verreauxi</i>)**		x					
		Torcaza Común (<i>Zenaida auriculata</i>)	x	x		x		x	x
		Torcacita Común (<i>Columba picui</i>)	x	x	x	x	x	x	x
CUCULIFORMES	CUCULIDAE	Anó chico (<i>Crotophaga ani</i>)**		x					
		Piríncho (<i>Guiraca guiraca</i>)	x	x	x		x		
APODIFORMES	TROCHILIDAE	Picaflor de Barbijo (<i>Heliothraupis</i>)	x	x	x	x			x
		Picaflor Común (<i>Chlorostilbon lucidus</i>)	x	x	x	x		x	x
PICIFORMES	PICIDAE	Carpintero del Cardón (<i>Melanerpes formicivorus</i>)	x	x					
		Carpintero Bataraz Chico (<i>Veniliornis mixtus</i>)	x	x	x	x			
		Carpintero Real (<i>Colaptes melanochlorus</i>)	x	x					
FALCONIFORMES	FALCONIDAE	Carancho (<i>Caracara plancus</i>)*	x						
		Chimango (<i>Milvago chimango</i>)	x	x					
		Halconcito Colorado (<i>Falco sparverius</i>)	x	x	x				
PSITTACIFORMES	PSITTACIDAE	Cotorra (<i>Myiopsitta monachus</i>)	x	x					
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	Hornero (<i>Furnarius rufus</i>)	x	x	x	x	x	x	x
		Hornero Copetón (<i>Furnarius cristatus</i>)**		x					
		Crestudo (<i>Coryphistera alaudina</i>)	x	x		x			
		Curutié Blanco (<i>Cranioleuca pyrrhophia</i>)**		x					
	TYRANNIDAE	Fiofio Grande (<i>Elaenia spectabilis</i>)**		x					
		Churrinche (<i>Pyrocephalus rubinus</i>)				x	x		
		Monjita Blanca (<i>Xolmis irupero</i>)**		x					
		Picabuey (<i>Machetornis rixosa</i>)	x		x		x	x	
		Benteveo Común (<i>Pitangus sulphuratus</i>)	x	x	x	x	x	x	x
		Tuquito Gris (<i>Empidonax aurantiatrocristatus</i>)				x			
		Suirirí Real (<i>Tyrannus melancholicus</i>)	x	x	x		x	x	x
		Tijereta (<i>Tyrannus savana</i>)	x	x					
	VIREONIDAE	Juan chiviro (<i>Cyclarhis gujanensis</i>)*	x						
	HIRUNDINIDAE	Golondrina Parda (<i>Progne subis</i>)	x						
		Golondrina Negra (<i>Progne elegans</i>)	x		x	x	x	x	x
	TROGLODYTIDAE	Ratona común (<i>Troglodytes aedon</i>)	x	x			x	x	x
	TURDIDAE	Zorzal colorado (<i>Turdus rufiventris</i>)**		x					
	THRAUPIDAE	Naranjero (<i>Pipraeidea bonariensis</i>)*	x						
		Celestino común (<i>Thraupis sayaca</i>)	x	x		x			x
		Jilguero dorado (<i>Sicalis flaveola</i>)	x	x					
	EMBERIZIDAE	Chingolo (<i>Zonotrichia capensis</i>)	x	x					
	ICTERIDAE	Boyerito (<i>Icterus cayanensis</i>)**		x					
		Tordo músico (<i>Agelaius badius</i>)	x	x					
		Tordo Pico Corto (<i>Molothrus rufoaxillaris</i>)	x	x	x				
		Tordo renegrido (<i>Molothrus bonariensis</i>)	x	x	x		x		x
	PASSERIDAE	Gorrion (<i>Passer domesticus</i>)	x		x	x	x	x	x

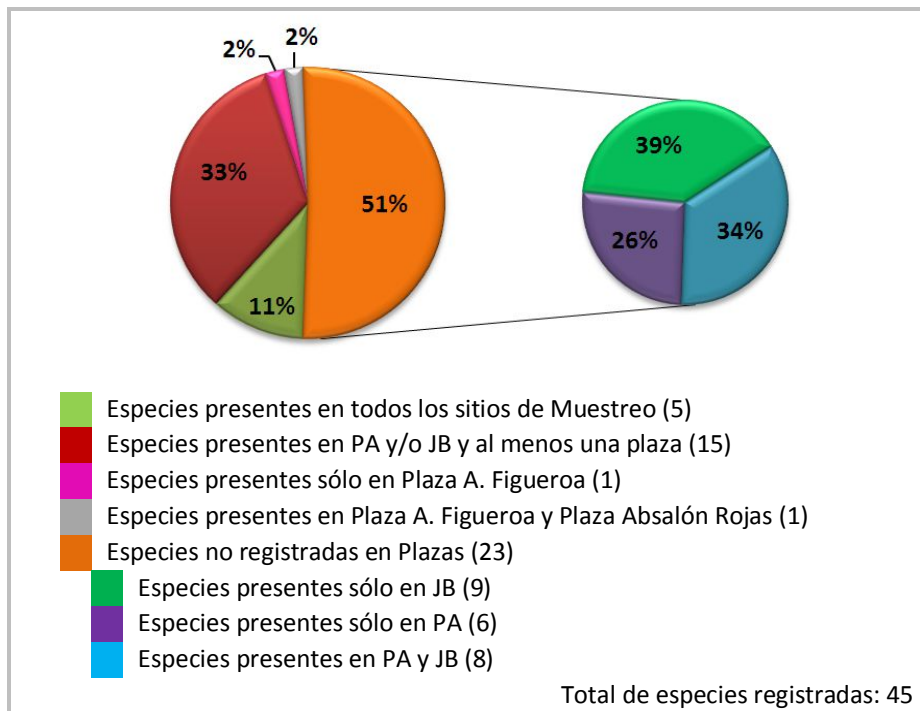


Figura 6. Presencia de especies por sitio. El grafico muestra la composición porcentual de especies detectadas en los diferentes espacios verdes urbanos.

3.2 Relación Especie-Área

La curva de especie-área evidenció que la riqueza incrementó en función de la superficie de los EVU para el TAE (Figura 7). Los sitios con superficie semejante (plazas) albergaron entre 12 a 16 especies. En cambio, el Parque Aguirre y el Jardín Botánico alcanzaron cada uno el valor de 34 especies, a pesar de que entre ambos existió una diferencia de 74 hectáreas a favor de Parque Aguirre (Figura 7).

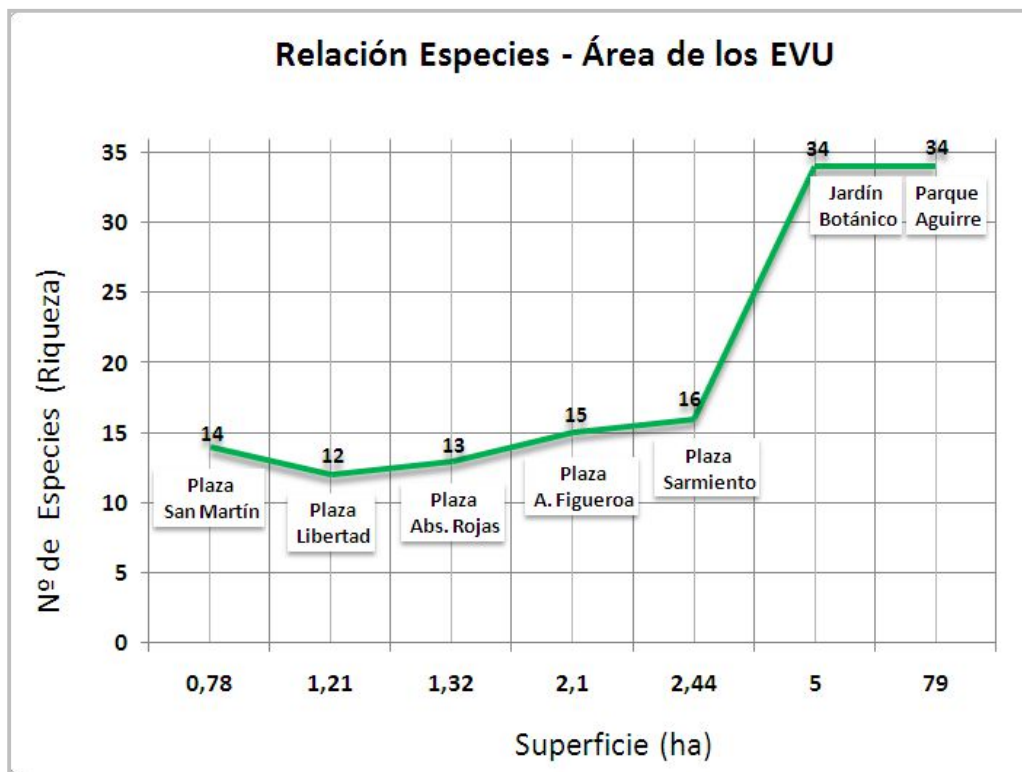


Figura 7. Curva de la relación especie-área. Incremento de la riqueza en función del área de los espacios verdes abordados.

Para el TAE, la regresión entre los logaritmos de las variables riqueza y área mostró una relación positiva, con un valor próximo a 1 del coeficiente de Correlación de Pearson (r) (Tabla 5). El coeficiente de determinación (R^2) marcó un 70% de ajuste del modelo lineal. Por cada incremento unitario del área la riqueza aumentó un 2,4%. Los puntos concentrados en valores bajos de riqueza corresponden a las plazas (Figura 8A).

Para las combinaciones A1, A2, A3 Y A4 (con gradiente de superficie) el coeficiente de determinación (R^2) marcó un porcentaje de ajuste del modelo lineal del 55%, 61%,

62% y 64% respectivamente (Figura 8 B, C, D y E), y los coeficientes de Pearson mostraron valores también próximos a 1 (Tabla 5).

Los valores más bajos de coeficiente de determinación y el de Pearson, fueron para el caso sin gradiente de superficie (Tabla5; Figura 8).

Tabla 5. Coeficientes de determinación de Pearson (**r**) para cada uno de los casos analizados. **TAE:** total del área de estudio.

Caso		(r)
Con Gradiente de Superficie	TAE	0,837
	A1	0,744
	A2	0,781
	A3	0,788
	A4	0,806
Sin Gradiente de Superficie		0,628

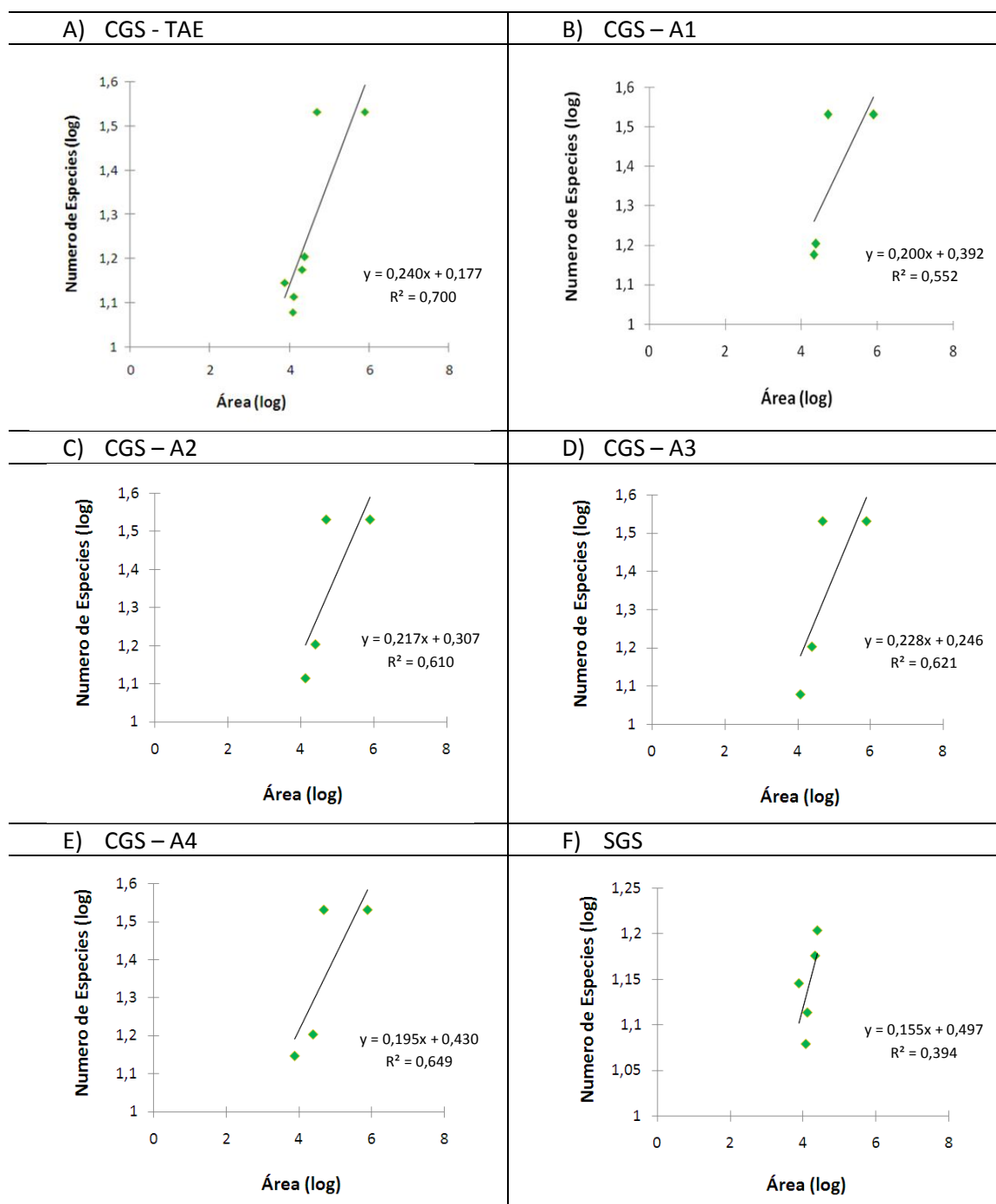


Figura 8: Gráficos de dispersión de los valores logarítmicos de las variables riqueza y área para los casos analizados; **CGS:** con gradiente se superficie; **TAE:** total área de estudio; **A1-A4:** casos A1, A2, A3 y A4 con gradiente de superficie; **SGS:** sin gradiente de superficie; **y:** modelo de regresión lineal; **R²:** coeficiente de determinación.

3.3. Anidamiento

3.3.1 Con gradiente de superficie

Para todos los casos con gradiente de superficie se determinó anidamiento significativo (100 permutaciones; $p < 0,05$) (i.e. total del área de estudio (TAE) y las combinaciones A1, A2, A3 y A4) (Tabla 6). El Jardín Botánico se ubicó en el primer lugar de ordenación de la matriz con máximo grado de anidamiento en todos los casos (Tabla 7).

Tabla 6: Valores de Z y de la métrica de anidamiento NODF, para la matriz original y para las 100 matrices aleatorias simuladas bajo el modelo nulo CE. **CGS:** con gradiente de superficie. **A1, A2, A3 y A4:** combinaciones con gradiente de superficie. **TAE:** total del área de estudio. **SGS:** sin gradiente de superficie. **NODF Observado:** valor de la métrica para la matriz original. **NODF Simulado:** valor de la media aritmética de la métrica, para 100 matrices simuladas bajo el modelo nulo CE.

Casos		NODF Observado	NODF Simulado	Valor-Z	Anidamiento ($p < 0,05$)
CGS	TAE	71,946	48,279	8,721	Si
	A1	67,528	53,56	5,046	Si
	A2	68,464	53,686	4,855	Si
	A3	70,341	53,959	5,265	Si
	A4	71,282	55,883	4,165	Si
SGS		67,899	60,911	1,555	No

Tabla 7. Ordenamiento de los sitios en la matriz llevada al máximo grado de anidamiento y datos de filas (sitios) y columnas (especies) de las matrices originales; **CGS:** con gradiente de superficie; **A1, A2, A3 y A4:** combinaciones con gradiente de superficie; **TAE:** total del área de estudio, **SGS:** sin gradiente de superficie; **F:** filas; **C:** columnas. **Orden MA:** orden de los sitios de acuerdo con un máximo grado de anidamiento.

Casos	F	C	Orden MA	
CGS	TAE	7	45	1: Jardín Botánico 0: Parque Aguirre 2: Plaza Sarmiento 3: Plaza Andrés Figueroa 6: Plaza San Martín 4: Plaza Absalón Rojas 5: Plaza Libertad
	A1	4	45	1: Jardín Botánico 0: Parque Aguirre 2: Plaza Sarmiento 3: Plaza Andrés Figueroa
	A2	4	44	1: Jardín Botánico 0: Parque Aguirre 2: Plaza Sarmiento 3: Plaza Absalón Rojas
	A3	4	43	1: Jardín Botánico 0: Parque Aguirre 2: Plaza Sarmiento 3: Plaza Libertad
	A4	4	43	1: Jardín Botánico 0: Parque Aguirre 2: Plaza Sarmiento 3: Plaza San Martín
SGS		5	22	0: Plaza Sarmiento 3: Plaza Andrés Figueroa 4: Plaza San Martín 1: Plaza Absalón Rojas 2: Plaza Libertad

3.3.2 Sin gradiente de superficie

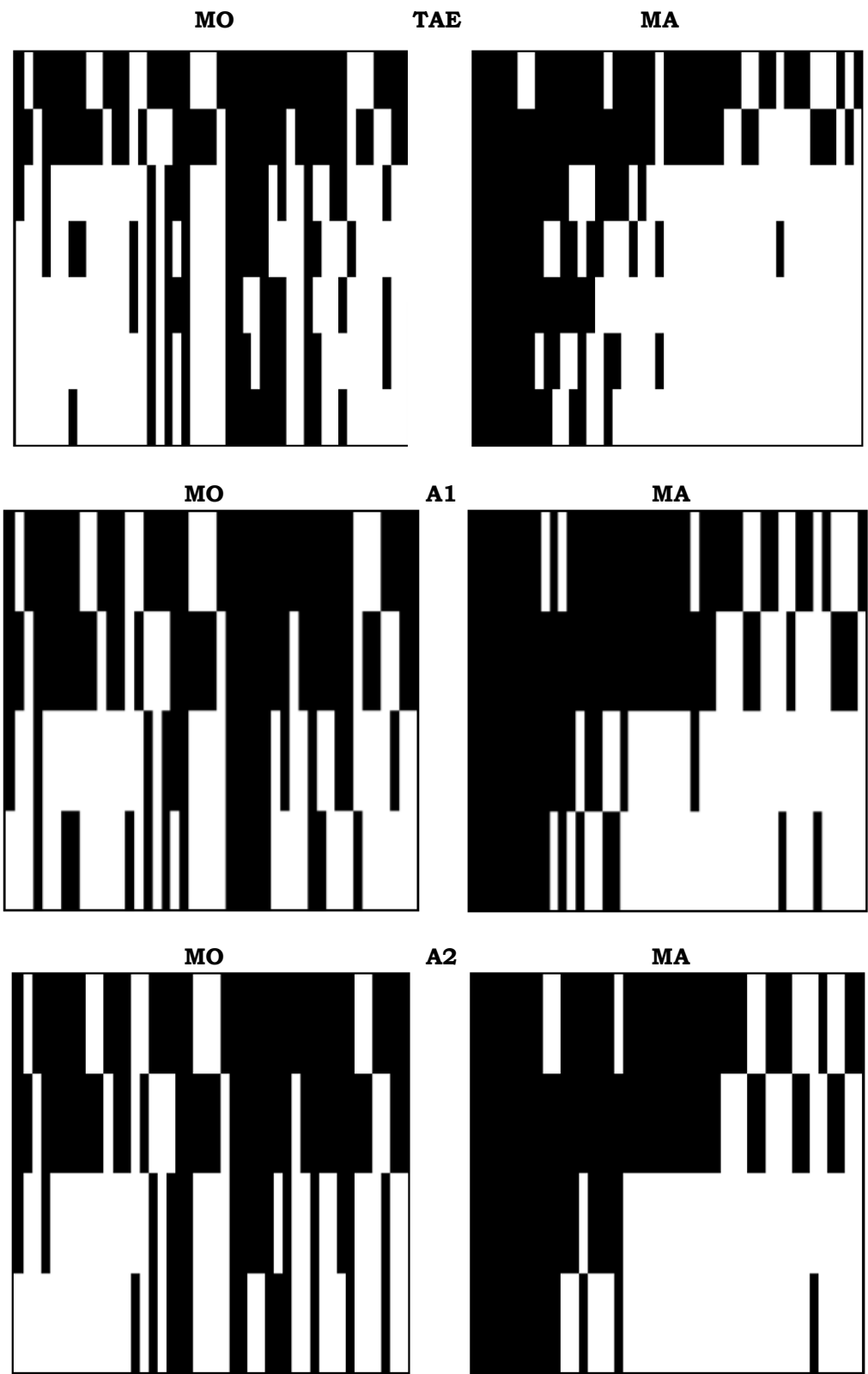
Para el caso sin gradiente de superficie el valor de Z no evidenció anidamiento significativo (100 permutaciones, $p > 0,05$) (Tabla 6). Los valores observados para NODF presentaron una escasa diferencia respecto a los simulados.

3.3.3 Matrices llevadas al máximo grado de anidamiento

Se obtuvieron las salidas gráficas de las matrices originales y aquellas llevadas al máximo grado de anidamiento para todos los casos de análisis mediante el programa NeD (Figura 9).

Para el TAE, la elaboración de la matriz llevada al máximo anidamiento junto a su descripción detallada de filas (sitios) y columnas (especies), mostró cuales especies componen el subconjunto anidado respecto del conjunto total (Figura 10).

Con Gradiente de Superficie



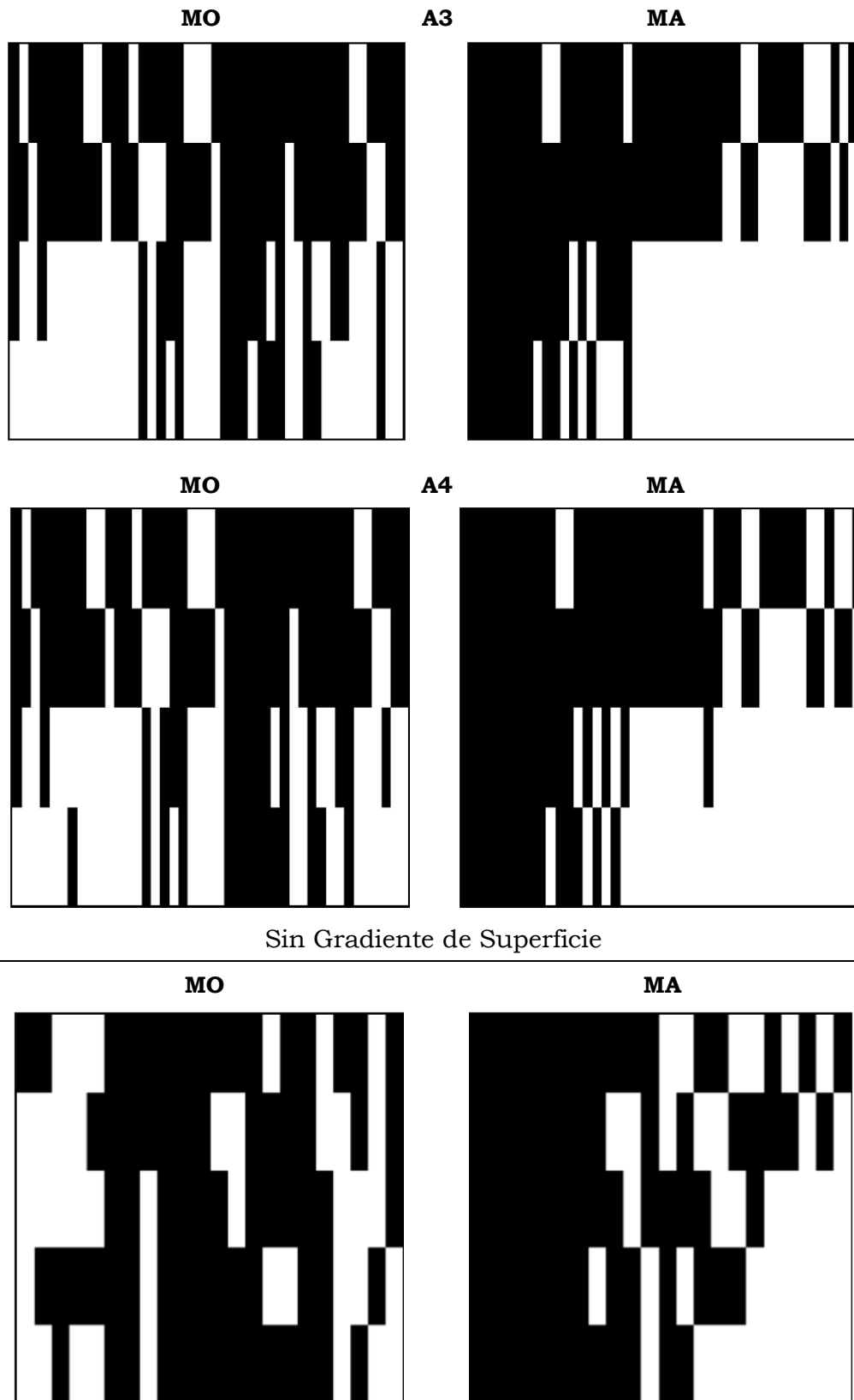


Figura 9. Salida gráfica del programa NeD. Representación de las matrices originales (**MO**) y las reorganizadas con el máximo grado de anidamiento (**MA**). **TAE:** total del área de estudio; **A1, A2, A3 y A4:** casos con gradiente de superficie. Los cuadros negros representan la presencia de especies registradas al menos una vez durante el muestreo; los cuadros blancos, ausencia de especies. Un sistema perfectamente anidado debería tener relleno en negro el 50% de la esquina superior izquierda.

Figura 10. Detalle de la matriz llevada al máximo anidamiento para el total del área de estudio. **JB:** Jardín Botánico; **PA:** Parque Aguirre; **P.S:** Plaza Sarmiento; **P.AF:** Plaza Andrés Figueroa; **P.SM:** Plaza San Martín; **P.AR:** Plaza Absalón Rojas; **P.L:** Plaza Libertad.

Sitios							Especies	
5	4	6	3	2	1	0		
P.L	P.AR	P.SM	P.AF	P.S	PA	JB		
1	1	1	1	1	1	1	Paloma Doméstica (<i>Columba livia</i>)	AX
1	1	1	1	1	1	1	Paloma Manchada (<i>Patagioenas maculosa</i>)	AY
1	1	1	1	1	1	1	Hornero (<i>Furnarius rufus</i>)	AS
1	1	1	1	1	1	1	Torcacita Común (<i>Columbina picui</i>)	BH
1	1	1	1	1	1	1	Benteveo Común (<i>Pitangus sulphuratus</i>)	BC
1	1	1	1	1	1	1	Golondrina Negra (<i>Progne elegans</i>)	AO
1	1	1	1	1	1	1	Gorrión (<i>Passer domesticus</i>)	AQ
1	1	1	1	1	1	1	Picaflor Común (<i>Chlorostilbon lucidus</i>)	BA
1	1	1	1	1	1	1	Suirirí Real (<i>Tyrannus melancholicus</i>)	BE
1	1	1	1	1	1	1	Tordo renegrido (<i>Molothrus bonariensis</i>)	BL
1	1	1	1	1	1	1	Picaflor de Barbijo (<i>Helioaster furcifer</i>)	BB
1	1	1	1	1	1	1	Torcaza Común (<i>Zenaida auriculata</i>)	BI
1	1	1	1	1	1	1	Ratona común (<i>Troglodytes aedon</i>)	BD
1	1	1	1	1	1	1	Celestino común (<i>Thraupis sayaca</i>)	AG
1	1	1	1	1	1	1	Carpintero Bataz Chico (<i>Veniliornis mixtus</i>)	AD
1	1	1	1	1	1	1	Picabuey (<i>Machetornis rixosa</i>)	BP
1	1	1	1	1	1	1	Pirincho (<i>Guiraca guiraca</i>)	AR
1	1	1	1	1	1	1	Halconcillo Colorado (<i>Falco sparverius</i>)	AA
1	1	1	1	1	1	1	Crestudo (<i>Coryphistera alaudina</i>)	AH
1	1	1	1	1	1	1	Tordo Pico Corto (<i>Molothrus rufoaxillaris</i>)	BK
1	1	1	1	1	1	1	Chingolo (<i>Zonotrichia capensis</i>)	AM
1	1	1	1	1	1	1	Churrinche (<i>Pyrocephalus rubinus</i>)	AN
1	1	1	1	1	1	1	Carpintero Real (<i>Colaptes melanochloros</i>)	AF
1	1	1	1	1	1	1	Carpintero del Cardón (<i>Melanerpes formicivorus</i>)	AE
1	1	1	1	1	1	1	Chimango (<i>Milvago chimango</i>)	AL
1	1	1	1	1	1	1	Cata (<i>Myiopsitta monachus</i>)	BR
1	1	1	1	1	1	1	Tordo músico (<i>Agelaioides badius</i>)	BJ
1	1	1	1	1	1	1	Jilguero dorado (<i>Sicalis flaveola</i>)	BQ
1	1	1	1	1	1	1	Tijereta (<i>Tyrannus savana</i>)	BG
1	1	1	1	1	1	1	Hornero Copetón (<i>Furnarius cristatus</i>)	AT
1	1	1	1	1	1	1	Anó chico (<i>Crotophaga ani</i>)	AB
1	1	1	1	1	1	1	Carancho (<i>Caracara plancus</i>)	AC
1	1	1	1	1	1	1	Juan chiviro (<i>Cyclarhis gujanensis</i>)	BO
1	1	1	1	1	1	1	Zorzal colorado (<i>Turdus rufiventris</i>)	BÑ
1	1	1	1	1	1	1	Yerutí Común (<i>Leptotila verreauxi</i>)	BN
1	1	1	1	1	1	1	Tuquito Gris (<i>Empidonomus aurantioatrocristatus</i>)	BM
1	1	1	1	1	1	1	Charata (<i>Ortalis canicollis</i>)	AJ
1	1	1	1	1	1	1	Curutié Blanco (<i>Cranioleuca pyrrhophia</i>)	AI
1	1	1	1	1	1	1	Boyerito (<i>Icterus cayanensis</i>)	AU
1	1	1	1	1	1	1	Chiflón (<i>Syrigma sibilatrix</i>)	AK
1	1	1	1	1	1	1	Tero real (<i>Himantopus mexicanus</i>)	BF
1	1	1	1	1	1	1	Naranjero (<i>Pipraeidea bonariensis</i>)	AW
1	1	1	1	1	1	1	Fiofio Grande (<i>Elaenia spectabilis</i>)	AÑ
1	1	1	1	1	1	1	Golondrina Parda (<i>Progne tapera</i>)	AP
1	1	1	1	1	1	1	Monjita Blanca (<i>Xolmis irupero</i>)	AV

4. DISCUSIÓN

4.1 Relación especie-área

Se determinó que la riqueza de las especies de aves incrementa en función del tamaño de los espacios verdes de la ciudad de Santiago del Estero. Esto es consistente con otros estudios que abordaron la relación especie-área en espacios verdes urbanos de diversas partes del mundo (Jokimäki, 1999; Natuhara e Imai, 1999; Fernández-Juricic, 2000; Park y Lee, 2000; Cornelis y Hermis, 2004; Platt y Lill, 2006; Chamberlain *et al.*, 2007; Murgui, 2007). En general, esto se vincula a que las grandes áreas tienden a presentar una mayor heterogeneidad, y por lo tanto mayor diversidad de nichos ecológicos potenciales (Martin *et al.*, 1995), lo cual deriva en que pueden albergar un mayor número de especies con diferentes requerimientos (Fernández-Juricic y Jokimäki, 2001). Además, la disponibilidad de recursos, como alimentos y sitios de reproducción, se ven favorecidos en superficies mayores (Suhonen y Jokimäki, 1988).

Si bien el patrón de especie-área se evidencia en este estudio, se destaca que los dos parques de mayor superficie (Parque Aguirre y Jardín Botánico), albergan la misma riqueza específica (34 especies), a pesar de existir entre ellos una diferencia de superficie notable (79 y 5 hectáreas, respectivamente). Posiblemente esto es porque el Jardín Botánico presenta una mejor calidad de hábitat para las aves, vinculado a la composición y estratificación de la vegetación, y por su ubicación dentro de la trama urbana donde la presión urbanística es menor que en los demás sitios. Esto es coincidente con Jokimäki *et al.* (1993), Blair (1996) y Van Rensburg *et al.* (2009), que encuentran que áreas de niveles moderados de disturbio, frecuentemente ubicadas en zonas suburbanas o en interfaces urbano-naturales, son más diversas. La urbanización comúnmente disminuye la complejidad de la vegetación (i.e. estratificación), provocando disminución o eliminación de especies asociadas a estratos afectados (Haire *et al.*, 2000; Coria *et al.*, 2015). Además, cuanto mayor es la presión urbana

actúan con más fuerza disturbios como el tráfico, ruido, introducción de cables de energía eléctrica y vegetación exótica (Rottenborn, 1998; Platt y Lill, 2006).

Las plazas presentan una riqueza entre 12 y 16 especies, y superficies comprendidas entre 0,78 y 2,44 hectáreas. Casi la mitad de las especies encontradas para el total del área de estudio, no están presentes en las plazas. Por ejemplo, la Plaza Libertad presenta la menor diversidad de aves, probablemente por estar ubicada donde la trama urbana ejerce mayor presión (Sierra Vásquez, 2012), y por tener una de las menores superficies (1,21 hectáreas). Esto es consistente con Jokimäki (1999) que evaluó los efectos del área, la actividad humana, el hábitat y la estructura del paisaje en parques urbanos de Oulu (Finlandia). Este autor determinó que el área del parque explicó el 39% de la varianza de la riqueza de especies, y que los parques más pequeños pueden no ser lo suficientemente grandes para cubrir los requerimientos mínimos de ciertas especies. Además, las edificaciones adyacentes tuvieron un efecto negativo en algunas especies de aves.

4.2 Anidamiento

Este estudio pone en evidencia una estructura anidada de las comunidades de aves en los espacios verdes de la ciudad de Santiago del Estero, y que tiene como determinante al tamaño de los EVU vinculado a la relación especie-área. Se determinó que las áreas menos diversas (con superficies menores) son subconjuntos de los espacios más diversos (de mayor tamaño), cumpliéndose la predicción de la hipótesis abordada. Este resultado es consistente con otros autores (Jokimäki, 1999; Fernández-Juricic, 2000; Platt y Lill, 2006) que han analizado el anidamiento de comunidades de aves en parques urbanos evaluando la misma determinante de este estudio.

Fernández-Juricic (2000) abordó el anidamiento de las comunidades de aves en 25 parques urbanos de Madrid. Registró a 32 especies, y determinó que el área y la edad del parque explican el 16% y el 46% de la variabilidad en la riqueza, respectivamente. Concluye que la composición de las especies estaría regulada por factores locales de una manera ordenada (no al azar) en relación con el área y la edad del parque, evidenciando un alto grado de anidamiento de la composición de especies en parques urbanos.

Por su parte, Platt y Lill (2006), en 12 parques forestales de los suburbios de Melbourne (Australia), analizaron variables del paisaje para la composición estructural de la avifauna. La distribución de las especies entre los parques se anidó significativamente, poniendo en evidencia al área de los parques como una determinante de anidamiento.

Las matrices llevadas al máximo grado de anidamiento para todos los casos donde se siguió un gradiente de superficie, muestran un nuevo orden en los sitios, donde el Jardín Botánico se ubica siempre en primer lugar. Esto es porque el sitio posee una mayor cantidad de especies exclusivas (9), y se vincularía con su calidad del hábitat discutido anteriormente. Este último aspecto es coincidente con Hylander (2005), que encuentra como mecanismo de anidamiento a la diferencia en la calidad de los hábitats.

Las especies que estuvieron presentes en todos los sitios de muestreo, representan el subconjunto anidado para el conjunto total, tal como lo plantea la teoría de anidamiento. Este subconjunto compuesto por *Columba livia* (paloma domestica), *Patagioenas maculosa* (paloma manchada), *Columbina picuí* (torcacita común), *Furnarius rufus* (hornero) y *Pitangus sulphuratus* (benteveo común), corresponde a especies adaptadas a ambientes urbanos y mayormente observables en plaza y parques (Fabio Márquez, 2014). El hecho de que especies generalistas se encuentran en la mayoría de los sitios, mientras que las especialistas sólo aparecen en unos pocos (Worthen, 1996), evidencia aún más la estructura anidada para el presente caso de estudio.

4.3 Implicancias para la conservación

El resultado detallado de la matriz anidada para el total del área de estudio, permite predecir qué especies son más susceptibles a que desaparezcan, y son las que solamente se han registrado en un determinado sitio. El Jardín Botánico y Parque Aguirre presentan más cantidad de especies exclusivas, por lo tanto, estas especies (más restringidas) se enfrentan a mayores riesgos y deberían tener prioridad en cuanto a la conservación (Brown, 1995; Méndez Iglesias, 2004).

La selección de sitios preferentes para la conservación, implica la elección de mejores lugares para establecer reservas naturales urbanas, siendo dos propuestas válidas a este planteo. Por un lado está la preferencia de elegir una reserva única de tamaño grande a varias reservas menores, planteo basado en la existencia de la positiva relación especie-área de un sitio. Por tanto, los hábitats más grandes deberían ser el objetivo prioritario de los planes de conservación (Méndez Iglesias, 2004). Sin embargo, varios autores (Simberloff y Abele, 1976; Higgs y Usher, 1981) en discordancia con esta idea, expresaron que si las comunidades se organizan como subconjuntos anidados, al margen de su tamaño, sólo los sitios ricos deberían elegirse como reservas, puesto que cualquier sitio menos diverso contendrá un mero subconjunto del sitio diverso. Además, estarían presentes especies cada vez más comunes, y de menor interés desde el punto de vista de la conservación (Patterson y Atmar, 1986; Patterson, 1987). Este último planteo de manejo es más adecuado con los resultados del presente estudio, debido a que el Jardín Botánico y el Parque Aguirre han tenido peso en el análisis de anidamiento, por ser las áreas de mayor riqueza y especies exclusivas.

Con este trabajo se sugiere para mejorar la conservación de la avifauna de la ciudad, incrementar esfuerzos en sitios como el Jardín Botánico y el Parque Aguirre, en los que se han detectado la mayor riqueza y número de especies exclusivas, principalmente en el primero. Esto es coincidente con el estudio llevado a cabo en la reserva urbana de la ciudad Capital de Santiago del Estero (Coria *et al.*, 2015), que comparado con el presente estudio, abordó al Jardín Botánico más 15 hectáreas que lo rodean; expresando que dicho sitio presenta un potencial para la conservación de la avifauna en el contexto urbano. Destaca al arboreto del Jardín Botánico junto a un parche de bosque nativo de ribera como los sitios con mayor riqueza. En este sentido, es importante fomentar nuevos espacios verdes con la calidad de hábitat que presenta el Jardín Botánico e idealmente espacios naturales como el de bosque de ribera caracterizado por Coria *et al.* (2015).

Respecto a las plazas, si bien en ellas se han registrado las menores riquezas y son sitios donde la presión urbana es mayor, representan áreas donde se mitiga la hostilidad generada por la ciudad, y actúan como conectores para la avifauna dentro

de la trama urbana. Sierra-Vásquez (2012) propone que el aumento de la riqueza en los espacios verdes urbanos, se ve favorecido al incorporar criterios ecológicos en su planeación, como puede ser la implementación de vegetación nativa para atraer y mantener la avifauna local.

4.4 Perspectivas futuras

Se requiere conocer más aspectos sobre la historia, biología y ecología del sistema estudiado para determinar de manera más efectiva el patrón presentado. Como es habitual en la ciencia, sólo la acumulación de trabajos empíricos permitirá decidir si existe una causa común a la mayoría de los patrones anidados o si los factores causantes dependen del sistema concreto estudiado (Méndez Iglesias, 2004). Sin embargo, de acuerdo a la evidencia disponible y mientras no se resuelva lo discutible del tema, los estudios indican que el anidamiento de las comunidades de aves sería un patrón general (Patterson y Atmar, 2000; Méndez Iglesias, 2004). Simberloff y Martin (1991) sugieren que lo interesante es analizar qué especies se apartan del patrón general de anidamiento, y sus causas, y si dichos patrones se acentúan o se disipan con el tiempo (Patterson, 1990), siendo los factores que influyen en esta estructura ecológica, tan diversos como la naturaleza misma (Patterson y Atmar, 2000).

Para dar continuidad a este estudio, es necesario abordar en conjunto otras determinantes de anidamiento, como la edad de los espacios verdes, la estructura y composición de la vegetación, su grado de aislamiento, la colonización y extinción de las especies, el régimen de perturbación, la calidad de hábitat y la capacidad de dispersión de las especies.

El presente trabajo contribuye a la comprensión de la ecología de comunidades de aves para la ciudad de Santiago del Estero, y significa el punto inicial de investigaciones futuras para avanzar con la teoría de anidamiento y con otros marcos conceptuales sobre ecología en la ciudad.

5. CONCLUSIÓN

La evaluación de la determinante tamaño de la teoría de anidamiento con las comunidades de aves de los espacios verdes de la Ciudad de Santiago del Estero, permite concluir:

- El gradiente de superficie elaborado en este estudio, demuestra una correlación positiva entre la relación especie-área de los espacios verdes urbanos de la Ciudad de Santiago del Estero, donde áreas más grandes albergan mayor riqueza.
- Las comunidades de aves de los espacios verdes urbanos de la Ciudad de Santiago del Estero, evidencia una estructura anidada que tiene como determinante el tamaño de los espacios verdes, vinculado al patrón relación especie-área.
- El Parque Aguirre y el Jardín Botánico representan áreas favorables para el desarrollo de las comunidades de avifauna en la ciudad de Santiago del Estero, por ser sitios de mayor riqueza y especies exclusivas, siendo necesario incrementar esfuerzos de conservación en ellos.
- Las plazas constituyen áreas de menor cantidad de especies, sin embargo, son espacios importantes porque actúan como conectores para la avifauna y mitigan la hostilidad generada por la trama urbana.
- Abordar posteriores estudios sobre otras determinantes de anidamiento, permitirá establecer con más certeza las causas del patrón observado en el presente trabajo. Es necesario continuar líneas investigativas sobre avifauna urbana, que revelen información útil para la gestión de los espacios verdes urbanos de la ciudad de Santiago del Estero.

CAPITULO 6

6. BIBLIOGRAFÍA

- Almeida-Neto, M., P. Guimaraes, P. R. Guimaraes, R. D. Loyola, and W. Ulrich (2008). A consistent metric for nestedness analysis in ecdologicla systems: reconciling and measurement. *Oikos* 117 (8), 1227-1239.
- Argañaraz, J. P. y Lorentz, G. 2010. Contribución de las áreas verdes urbanas a la regulación del balance de agua en Santiago del Estero, Argentina. *Bosque* 31(3): 231-242.
- Atmar, W. y B.D. Patterson (1993). The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat. *Oecologia* 96: 373-382.
- Atmar, W. y B.D. Patterson (1995). The nestedness temperature calculator: a visual basic program, including 294 presence-absence matrices. AICS Research, Inc., University Park, NM and The Field Museum, Chicago, IL.
- Bierwagen, B. 2007. Connectivity in urbanizing landscapes: The importance of habitat configuration, urban area size, and dispersal. *Urban Ecosyst* 10:29,42.
- Blair, R. B. 1996. Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications*, 6: 506-519
- Bojorges Baños, J. C. 2006. Riqueza de especies de aves: propuestas metodológicas para su evaluación y estimación. *Ciencia y Mar* 30: 43-48.
- Bojorges Baños, J. C., 2009. Amenazando la biodiversidad. Urbanización y sus efectos en la avifauna. *Ciencia y Mar* (39): 61-65
- Boletta, P.E., L.R. Acuña, M.L. Juárez de Moya. 1992. Análisis de las características climáticas de la provincia de Santiago del Estero y su comportamiento durante la sequía de la campaña agrícola 1988-1989. INTA-UNSE. Santiago del Estero. Argentina.
- Brown, J.H. (1995). *Macroecology*. University of Chicago Press. Chicago, IL.
- Brualdi, R.A. & J.G. Sanderson (1999). Nested species subsets, gaps, and discrepancy. *Oecologia* 119 :256-264.
- Cabrera, A. L. 1971. "Fitogeografía de la República Argentina". *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 14(1-2): 1-42. Buenos Aires.

- Cam, E., J. D. Nichols, J. E. Hines, and J. R. Sauer (2000). Interferences about nested subsets structure when not all species are detected. *Oikos* 91(3), 428-434.
- Colucci, A, Caumo, M, Santillán, O y otros. 2005. La percepción como herramienta para “mirar” lo simbólico, Centro de Estudios Geográficos para el Desarrollo Local y Regional, Universidad Católica de Santiago del Estero.
- Colucci, A. L.; Santillán, H., Caumo, M. 2005. La Ciudad de Santiago del Estero, expansión y relación entre espacio público y privado. Universidad Católica de Santiago del Estero.
- Conner, R. N. y J. G. Dickson. 1980. “Strip transect sampling and analysis for avian habitat studies”. *Wildl. Soc. Bull.* 8: 4-10.
- Contradi, H.G. 1980. Nueva concepción ecológica tecnológica sobre los espacios verdes urbanos. *Ecología (Asoc. Arg. Ecol.)* No. 5:105-112.
- Coria, O. R., J. J. Lima y D. C. Albuja Carbonell. 2014. Aves comunes del Jardín Botánico Lucas Roic (FCF-UNSE). Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. CD-ROM interactivo. ISBN 978-987-1676-16-3.
- Coria, O. R.; J. J. Lima; M. O. Palacio ; E. Roger y D. C. Albuja Carbonell. 2015. Avifauna de la Reserva Urbana de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. *Quebracho* 23 (1,2): 41-53.
- Cornelis J, Henry M (2004). Biodiversity relationships in urban and suburban parks in Flanders. *Landscape Urban Plan* 69: 385– 401.
- Corso, G., A. I. Araujo, and A. M. Almeida (2008). A new nestedness estimator in community networks. *arXiv preprint arXiv:0803.0007*.
- Cutler, A. (1991). Nested faunas and extinction in fragmented habitats. *Conservation Biology* 5: 496-505.
- Cutler, A. (1994). Nested biotas and biological conservation: metrics, mechanisms, and meaning of nestedness. *Landscape and Urban Planning* 28: 73-82.
- Chamberlain B, Kasari C, Rotheram-Fuller E. 2007. Involvement or isolation? The social networks of children with autism in regular classrooms. *J Autism Dev Disord.* 37(2):230-42.
- Fabio Marquez, 2014. Aves porteñas. Paisaje y biodiversidad urbana.
- Faggi, A. y Perepelizin, P.V. 2006. Riqueza de aves a lo largo de un gradiente de urbanización en la ciudad de Buenos Aires. *Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales* 8 (2):289-297. ISSN 1514-5158.

- Fernández-Juricic E, Jokimäki J (2001). Effects of seasonality on the species–area relationship: a case study with birds in urban parks. *Biodivers Conserv* 10: 2023–2043.
- Fernández-Juricic, E. 2000. “Bird community composition patterns in urban parks of Madrid: the role of age, size, and isolation. *Ecological Research* 15:373-383.
- García, C. L.; Teich I. y Balzarini M. 2011. Una aproximación multivariada para identificar la escala de análisis en estudios de asociación entre comunidades de aves y la composición del paisaje. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes* 2(2): 26-34. Volumen Especial IIIJAEP: "Hacia la sustentabilidad ecológica en un planeta que cambia rápidamente".
- González Oreja, J. A., Bonache, C., Buzo, D., De La Fuente Díaz, A. A. y Hernandez, L. 2007. Caracterización Ecológica de la Avifauna de los Parques Urbanos de la ciudad de Puebla. Mexico. *Ardeola* 54(1), 53-67.
- Greve, M. and S. L Chown (2006). Endemicity biases nestedness metrics: a demonstration, explanation and solution. *Ecography* 29(3), 347–356.
- Haire SL, Bock CB, Cade BS y Bennett BC (2000) The role of landscape and habitat characteristics in limiting abundance of grassland nesting songbirds in an urban open space. *Landscape and Urban Planning* 48:65-82.
- Hausdorf, B. and C. Hennig (2007). Null model tests of clustering of species, negative cooccurrence patterns and nestedness in meta-communities. *Oikos* 116(5), 818–828.
- Higgs, A.J. & M.B. Usher (1980). Should nature reserves be large or small? *Nature* 285: 568-569.
- Honza, M. 1992. Quantitative-analysis of a nesting bird community in a part at Jablunkov. *Folia Zool.*, 41: 29-44.
- Hutto, R. L.; S. M. Pletschet y P. Hendricks. 1986. “A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use”. *Auk*. 103: 593-602.
- Hylander K, Nilsson C, Jonsson BG, Göthner T (2005) Differences in habitat quality explain nestedness in a land snail meta-community. *Oikos* 108:351-361
- James, A., J. W. Pitchford, and M. J. Plank (2012). Disentangling nestedness from models of ecological complexity. *Nature* 487(7406), 227–230.
- Jokimäki J (1999). Occurrence of breeding bird species in urban parks: effects of park structure and broad-scales variables. *Urban Ecosyst* 3: 21–34.
- Jokimäki, J. and Suhonen, J. (1993) Effects of urbanization on the breeding bird species richness in Finland: A biogeographical comparison. *Ornis Fenn.* **70**, 71–77.

- Jonhson S, Dominguez-García V, Munoz MA (2013) Factors determining nestedness in complex networks. *PLoS One* 8:e74025. doi:10.1371/journal.pone.0074025
- Kaiser, Lara. 2015. "Nestedness and nullmodels in ecology". Bachelor tesis. Faculty of Environmenty & Natural Resources. University Freiburg.
- Koleff, P. y Soberón, J. 2008. Patrones de diversidad espacial en grupos selectos de especies. *Capital Natural de México*. Vol. 1: Conocimiento actual de la biodiversidad. *Conabio México* 12: 323-364.
- Lomolino, M.V. (1996). Investigating causality of nestedness of insular communities: selective immigrations or extinctions? *Journal of Biogeography* 23: 699-703.
- MacArthur, R.H. & E.O. Wilson (1967). The theory of island biogeography. Princeton University Press. Princeton.
- Martin, J., Gaston, A. J., and Hitier, S. (1995). The effect of island size and isolation on old growth forest habitat and bird diversity in Gwaii Haanas (Queen Charlotte Islands, Canada). *Oikos*, 72, 115-31.
- Méndez Iglesias, M. 2004. La composición de especies de aves en islas y paisajes fragmentados: un análogo ecológico de las muñecas rusas. *El draque* 5: 199-212.
- Mendiburu, A. & Arizaga, J. 2011. Evolución estacional de la avifauna en un parque urbano del N de España: el caso de Cristina-Enea (Donostia-San Sebastián). *Chioglossa*, 3: 97- 107.
- Molina, Gladys; Colucci, Alba Lía; Santillán, Hilda; Caumo, Mirta; Santillán, Osvaldo; Enrico, Marcelo; Soria, Darío (2000), La imagen de la ciudad de Santiago del Estero, UCSE.
- Murgui, E. 2007. Effects of seasonality on the species–area relationship: a case study with birds in urban parks. *Global Ecology and Biogeography*. Volumen 16. Issue 3. Pages 319-329.
- Natuhara, Y., Imai, C., 1999. Prediction of species richness of breeding birds by landscape-level factors of urban woods in Osaka Prefecture, Japan. *Biodivers. Conserv.* 8, 239–253.
- Nielsen, A. and J. Bascompte. 2007. Ecological networks, nestedness and sampling effort. *Journal of ecology* 95 (5), 1134-1141.
- Niemelä, J. 1999. Ecology and urban planning. *Biodiversity and Conservation* 8: 119. doi: 10.1023/A:1008817325994
- Nores, M. (1995). Insular biogeography of bird on mountain-tops in north western Argentina. *Journal of Biogeography* 22: 61-70.

- Nores, M.; D. Yzurieta y S. A. Salvador. 1991. "Lista y distribución de las aves de Santiago del Estero, Argentina". *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 59: 157-196.
- Palacio Manuel O.; Carrizo Elizabeth y Roger Enrique. 2013. Visita Virtual al Sector de Flora Santiagueña en el Jardín Botánico de la FCF-UNSE. I-Arboles. UNSE. CD CDROM.
- Patterson, B.D. & W. Atmar. 1986. Nested Subsets and the structure of insular mammalian faunas and archipelagos. *Biology Journal of the Linnean Society* 28: 65-83.
- Patterson, B.D., Atmar, W., 2000. Analyzing species composition in fragments. In: Rheinwald, G. (Ed.), *Isolated Vertebrate Communities in the Tropics*. Proceedings of the fourth International Symposium on Bonn Zool. Monographs 46. Bonn, pp. 1–16
- Peris S., Montelongo, T. 2014. Birds and small urban parks: a study in a high plateau city. *Turkish Journal of Zoology. Turk J Zool* 38: 316-325.
- Platt A and Lill A (2006) Composition and conservation value of bird assemblages of urban 'habitat islands': Do pedestrian traffic and landscape variables exert an influence? *Urban Ecosystems* 9, 83-97
- Priego González. de Canales, C. 2011. Valor de los Espacios Verdes Urbanos. Ministerio de Medio ambiente y Medio Rural y Marino. Gobierno de España, Madrid. ISBN: 978-84- 491-1078-8.
- Ptaszyk, J. 1987. Breeding birds in 3 different groups of parks in Poznan (Poland). *Acta Oecol.*, 8: 308-309.
- Park CH, Lee WS 2000. Relationship between species composition and area in breeding birds of urban woods in Seoul, Korea. *Landscape Urban Plan* 51: 29–36.
- Ralph, C. J.; Droege S. y Sauer J. R. 1995. "Managing and monitoring birds using point counts: standards and applications". En: Ralph, C. J.; S. Droege y J. R. Sauer (Eds.). "Monitoring bird populations by point counts" .U.S. Department of Agriculture Forest Service General Technical Report PSW-GTR-149. pp. 161-168.
- Rodríguez Fernández, S. 2015. Tesis Doctoral: "Factores que inciden sobre la conservación de las comunidades de anfibios del noroeste Ibérico". Universidad Da Coruña.
- Roger, E.; Generoso M.; Blanco R. y Villaverde A. 2013. Caracterización de la flora leñosa en Plaza Libertad, Santiago del Estero. *Quebracho* Vol.22 (1,2): 50-56.

- Roger, E; Generoso M.; Blanco R. 2012. Informe de Pasantía FCF-UNSE: Análisis de la vegetación en Plaza San Martín y Plaza Libertad, Santiago del Estero. Inédito
- Roic, L. D. y Villaverde, A. A. 2009. El Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Santiago del Estero. Especies y observaciones sobre su comportamiento. *Red Argentina de Jardines Botánicos, Contribuciones* 2: 2-20.
- Roic, L. D.; E. del V. Carrizo y M. O. Palacio. 2000. Composición de la flora de los alrededores de la ciudad de Santiago del Estero, Argentina. *Quebracho* 8: 40-46
- Rottenborn, S.C. 1998. Predicting the impacts of urbanization on riparian bird communities. *Biological Conservation* 88(3): 289-299.
- San Martín, J. A. y Jiménez J. E. 2011. Efectos de la urbanización en los ensambles de aves de la Ecorregión Valdiviana. Resumen del X Congreso Chileno de Ornitología. Campus Republica. Universidad Andrés Bello. Pág. 37.
- Sánchez, D., Vilchez, S. J., DeClerck F. 2011. Complementariedad de la vegetación como provisión de recursos para la comunidad de aves. CATIE. *Agroforesterías en las Américas* N°48.
- Sasvari, L. 1984. Bird abundance and species diversity in the parks and squares of Budapest. *Folia Zool.*, 33: 249-262.
- Sebastián-González, E., Botella, F. & Sánchez-Zapata, J. A. 2013. Patrones, procesos y conservación de comunidades: el caso de las aves acuáticas en humedales artificiales. *Revista Catalana d'Ornitologia* 29:75-92.
- Sierra Vásquez, M. A. 2012. Ciudad y fauna urbana. Un estudio de caso orientado al reconocimiento de la relación hombre, fauna y hábitat urbano en Medellín. Tesis de grado: Magister en Estudios Urbano- Regionales. Escuela de planeación urbano-regional, Facultad de arquitectura, Universidad Nacional de Colombia.
- Simberloff, D. & J.-L. Martin (1991). Nestedness of insular avifaunas: simple summary statistics masking complex species patterns. *Ornis Fennica* 68: 178-192.
- Simberloff, D. S. & L.G. Abele (1976). Island biogeography theory and conservation practice. *Science* 191: 285-286.
- Smith, R. L. y Smith T. M. 2001. *Ecología*. Pearson Educación, S. A. Madrid. ISBN: 84-7829-040-0.
- Staniczenko, P. P., J. C. Kopp, and S. Allesina. 2013. The ghost of nestedness in ecological networks. *Nature communications* 4, 1391.

- Strona G, Galli P, Seveso D, Montano S, Fattorini S. 2014. Nestedness for Dummies (NeD): a user friendly web interface for exploratory nestedness analysis. *Theory Biosci.* 133:179-186.
- Tellería, J.L. & T. Santos (1995). Effects of forest fragmentation on a guild of wintering passerines: the role of habitat selection. *Biological Conservation* 71: 61-67.
- Terán Novoa, P. 2009. Estudio del impacto de variables del paisaje urbano en la composición y estructura de la avifauna de la ciudad de Bogotá. Trabajo de grado. Carrera de Ecología. Bogotá, D.C.
- Ulrich, W. and M. Almeida-Neto (2012). On the meanings of nestedness: back to the basics. *Ecography* 35(10), 865–871.
- Ulrich, W. and N. J. Gotelli. 2007. Null model analysis of species nestedness patterns. *Ecology* 88(7), 1824-1831.
- Ulrich, W., Gotelli, N.J., 2007a. Null model analysis of species nestedness patterns. *Ecology* 88, 1824–1831.
- Van Rensburg, B. J., Peacock, D. S. & Robertson, M. P. 2009. Biotic homogenization and alien bird species along an urban gradient in South Africa. *Landscape and Urban Planning* 92: 233–241. doi: 10.1016/j.landurbplan.2009.05.002
- Verea, C., Fernández-Badillo, A. y Solozano, A. 2000. Variación en la composición de las comunidades de aves de sotobosque de dos bosques en el norte de Venezuela. *Ornitología Neotropical* 11: 65–79.
- Vilchis O. M. 2000. Modelos nulos en interacciones biológicas, una propuesta: depredación en chirostoma riojaizoooplancton. Ciencia Ergo Sum, vol. 7, núm. 2, Universidad Autónoma del Estado de México
- Villaverde, A. A. 2005. “Gestión del Arbolado Urbano Público”. En: Giannuzzo A. N. (Dir.), “Santiago del Estero, una mirada ambiental”. pp. 267-284. Facultad de Ciencias Forestales, UNSE. Santiago del Estero.
- White JG, Antos MJ, Fitzsimons JA and Palmer GC (2005) Non-uniform bird assemblages in urban environments: The influence of streetscape vegetation. *Landscape and Urban Planning* 71, 123-135.
- Wright, D. H., Patterson, B. D., Mikkelsen, G. M., Cutler, A., Atmar, W. 1997. A comparative Analysis if nested subset patterns of species composition. *Oecologia* 113:1-20.
- Wright, D.H. & J.H. Reeves (1992). On the meaning and measurement of nestedness of species assemblages. *Oecologia* 92: 416-428.

Zerda, H. R. y M. B. Sosa. 2011. Estructura espacial de la cobertura de *Eucalyptus camaldulensis* del Parque Aguirre, Santiago del Estero, Argentina. *Quebracho* 19(1,2):38-45

Citas de internet

Biodiversidad, Edafodiversidad y Teoría de Subconjuntos Anidados. Juan José Ibañez. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/02/08/13135>[Consulta: agosto de 2015]

Glosario del banco de datos de la dirección General de Estadísticas y Censos. Disponible en: http://www.estadisticaciudad.gob.ar/eyc/wp-content/uploads/2016/05/glosario_bdatos_mayo_2016.pdf . [Consulta: octubre de 2016]

Información general de la Ciudad de Santiago del Estero. Disponible en: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/santiago_del_estero/madre-de-ciudades/ppalturt.htm. [Consulta: mayo de 2016]

Información sobre plaza Andrés Figueroa. Disponible en: <http://jsk-sde-santiagodelesteroblogspot.blogspot.com.ar/2007/06/plaza-andrs-figueroa.html>. [Consulta: mayo de 2016]

Información sobre Plaza libertad. Disponible en: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/santiago_del_estero/madre-de-ciudades/ppalturt.htm. [Consulta: mayo de 2016]

Jugo, María Eugenia. 2010. Transformación de espacios urbanos de uso público. Las concesiones municipales del Parque Aguirre entre 1970 y 1995. Fundación cultural Santiago del Estero. Disponible en: http://www.fundacioncultural.org/revista/nota10_40.html. [Consulta: mayo de 2016]

Nomina de espacios verdes consolidados – brindado por subsecretaria de planeamiento de la municipalidad de la ciudad capital de Santiago del estero

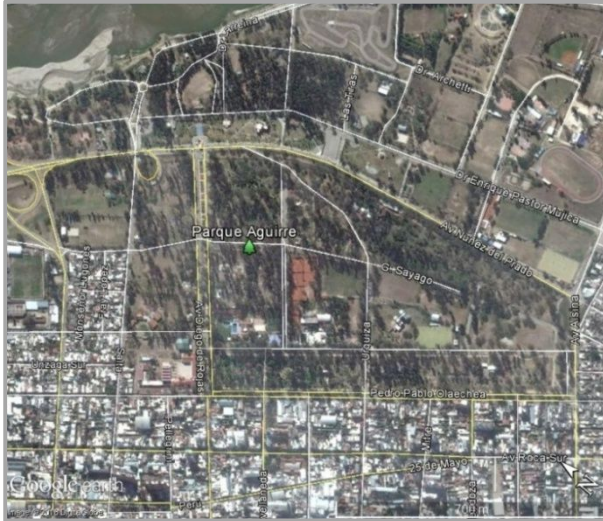
Relaciones especies-área (SPARs), y la paradoja de la edafodiversidad. Juan José Ibañez. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/01/17/12162>. [Consulta: agosto de 2015]

Turismo y Cultura de Santiago del Estero. Disponible en: <http://turismoensantiago.blogspot.com.ar/2007/01/parque-aguirre-y-plazas-santiagoueas.html>. [Consulta: mayo de 2016]

ANEXO 1

ESPACIOS VERDES URBANOS Y ÁREA DE INFLUENCIA (IMÁGENES)

A) PARQUE FRANCISCO DE AGUIRRE



B) JARDÍN BOTÁNICO “ING. FTAL.LUCAS ROIC”



E) PLAZA ABSALÓN ROJAS



F) PLAZA LIBERTAD



<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=541596&page=4>



ANEXO 2

MATRICES

PRESENCIA / AUSENCIA

ANEXO 2 – MATRICES PRESENCIA / AUSENCIA

A) CGS – TOTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

Sitios						Especies		
0 PA	1 JB	2 P.S	3 P.AF	4 P.AR	5 P.L			6 P.SM
1	0	1	0	0	0	0	Halconcito Colorado (<i>Falco sparverius</i>)	AA
1	1	0	0	0	0	0	Anó chico (<i>Crotophaga ani</i>)	AB
0	0	1	0	0	0	0	Carancho (<i>Caracara plancus</i>)	AC
0	1	0	1	0	0	0	Carpintero Bataraz Chico (<i>Veniliornis mixtus</i>)	AD
0	1	1	0	0	0	0	Carpintero del Cardón (<i>Melanerpes cactorum</i>)	AE
0	1	1	0	0	0	0	Carpintero Real (<i>Colaptes melanochloros</i>)	AF
0	1	1	0	0	0	0	Celestino comun (<i>Thraupis sayaca</i>)	AG
0	1	1	1	0	0	0	Crestudo (<i>Coryphistera alaudina</i>)	AH
0	1	1	0	0	0	0	Curutié Blanco (<i>Cranioleuca pyrrhophia</i>)	AI
0	1	1	0	0	0	0	Charata (<i>Ortalis canicollis</i>)	AJ
0	0	0	0	0	0	0	chiflón (<i>Syrigma sibilatrix</i>)	AK
0	0	1	0	0	0	0	Chimango (<i>Milvago chimango</i>)	AL
0	0	1	0	0	0	0	Chingolo (<i>Zonotrichia capensis</i>)	AM
0	0	0	0	0	0	0	Churrinche (<i>Pyrocephalus rubinus</i>)	AN
0	0	1	0	0	0	0	Fiofio Grande (<i>Elaenia spectabilis</i>)	AÑ
0	0	1	0	1	0	0	Golondrina Negra (<i>Progne elegans</i>)	AO
0	0	0	0	0	0	0	Golondrina Parda (<i>Progne tapera</i>)	AP
0	1	0	0	1	0	0	Gorrión (<i>Passer domesticus</i>)	AQ
0	1	0	0	1	0	0	Pirincho (<i>Guira guira</i>)	AR
0	1	1	0	1	0	0	Hornero (<i>Furnarius rufus</i>)	AS
0	1	1	0	0	0	0	Hornero Copetón (<i>Furnarius cristatus</i>)	AT
0	1	1	0	0	0	0	Boyerito (<i>Icterus cayanensis</i>)	AU
0	1	0	0	0	0	0	Monjita Blanca (<i>Xolmis irupero</i>)	AV
0	1	0	0	0	0	1	Naranjero (<i>Pipraeidea bonariensis</i>)	AW
1	1	1	1	1	1	1	Paloma Doméstica (<i>Columba livia</i>)	AX
1	1	1	1	1	1	1	Paloma Manchada (<i>Patagioenas maculosa</i>)	AY
1	1	1	1	1	1	1	Picaflor Común (<i>Chlorostilbon lucidus</i>)	BA
1	1	1	1	1	1	1	Picaflor de Barbijo (<i>Heliomaster furcifer</i>)	BB
1	1	1	1	1	1	1	Benteveo Común (<i>Pitangus sulphuratus</i>)	BC
1	1	1	1	1	1	1	Ratona común (<i>Troglodytes aedon</i>)	BD
1	1	1	1	1	1	1	Suirirí Real (<i>Tyrannus melancholicus</i>)	BE
0	1	0	0	0	0	0	Tero real (<i>Himantopus mexicanus</i>)	BF
0	1	0	0	0	0	1	Tijereta (<i>Tyrannus savana</i>)	BG
1	1	1	1	1	1	1	Torcacita Común (<i>Columbina picui</i>)	BH
1	1	1	1	1	1	1	Torcaza Común (<i>Zenaida auriculata</i>)	BI
0	1	1	1	1	1	1	Tordo músico (<i>Agelaioides badius</i>)	BJ
0	1	1	1	1	1	1	Tordo Pico Corto (<i>Molothrus rufoaxillaris</i>)	BK
1	1	1	1	1	1	1	Tordo renegrado (<i>Molothrus bonariensis</i>)	BL
0	0	1	0	0	0	0	Tuquito Gris (<i>Empidonomus aurantioatrocristatus</i>)	BM
0	0	0	0	0	0	1	Yerutí Común (<i>Leptotila verreauxi</i>)	BN
0	0	1	0	0	0	0	Zorzal colorado (<i>Turdus rufiventris</i>)	BÑ
0	0	0	0	0	0	1	Juan chiviro (<i>Cyclarhis gujanensis</i>)	BO
0	0	0	1	0	0	1	Picabuey (<i>Machetornis rixosa</i>)	BP
0	0	0	0	0	0	1	Jilguero dorado (<i>Sicalis flaveola</i>)	BQ
0	0	1	0	0	0	1	Cata (<i>Myiopsitta monachus</i>)	BR

Matriz con gradiente de superficie para el total del área de estudio

B) CGS – A1

Sitios				Especies	
0	1	2	3		
PA	JB	P.S	P. Af		
1	1	1	0	Halconcito Colorado (<i>Falco sparverius</i>)	AA
0	1	1	0	Anó chico (<i>Crotophaga ani</i>)	AB
0	0	1	1	Carancho (<i>Caracara plancus</i>)	AC
0	1	1	1	Carpintero Bataraz Chico (<i>Veniliornis mixtus</i>)	AD
0	1	1	1	Carpintero del Cardón (<i>Melanerpes cactorum</i>)	AE
0	1	1	1	Carpintero Real (<i>Colaptes melanochloros</i>)	AF
1	0	0	1	Celestino comun (<i>Thraupis sayaca</i>)	AG
1	1	1	1	Crestudo (<i>Coryphistera alaudina</i>)	AH
0	0	1	1	Curutié Blanco (<i>Cranioleuca pyrrhophia</i>)	AI
0	0	1	1	Charata (<i>Ortalis canicollis</i>)	AJ
0	0	0	1	chiflón (<i>Syrigma sibilatrix</i>)	AK
0	0	1	1	Chimango (<i>Milvago chimango</i>)	AL
0	0	1	1	Chingolo (<i>Zonotrichia capensis</i>)	AM
1	0	0	0	Churrinche (<i>Pyrocephalus rubinus</i>)	AN
0	0	1	0	Fiofio Grande (<i>Elaenia spectabilis</i>)	AÑ
1	1	1	1	Golondrina Negra (<i>Progne elegans</i>)	AO
0	0	0	1	Golondrina Parda (<i>Progne tapera</i>)	AP
1	1	0	1	Gorrión (<i>Passer domesticus</i>)	AQ
0	1	1	1	Pirincho (<i>Guira guira</i>)	AR
1	1	1	1	Hornero (<i>Furnarius rufus</i>)	AS
0	0	1	0	Hornero Copetón (<i>Furnarius cristatus</i>)	AT
0	0	1	0	Boyerito (<i>Icterus cayanensis</i>)	AU
0	0	0	0	Monjita Blanca (<i>Xolmis irupero</i>)	AV
0	0	0	1	Naranjero (<i>Pipraeidea bonariensis</i>)	AW
1	1	1	1	Paloma Doméstica (<i>Columba livia</i>)	AX
1	1	1	1	Paloma Manchada (<i>Patagioenas maculosa</i>)	AY
1	1	1	1	Picaflor Común (<i>Chlorostilbon lucidus</i>)	BA
1	1	1	1	Picaflor de Barbijo (<i>Heliomaster furcifer</i>)	BB
1	1	1	1	Benteveo Común (<i>Pitangus sulphuratus</i>)	BC
0	0	1	1	Ratona común (<i>Troglodytes aedon</i>)	BD
0	0	1	1	Suirirí Real (<i>Tyrannus melancholicus</i>)	BE
0	0	0	1	Tero real (<i>Himantopus mexicanus</i>)	BF
0	0	1	1	Tijereta (<i>Tyrannus savana</i>)	BG
1	1	1	1	Torcacita Común (<i>Columbina picui</i>)	BH
1	0	1	1	Torcaza Común (<i>Zenaida auriculata</i>)	BI
0	0	1	1	Tordo músico (<i>Agelaioides badius</i>)	BJ
0	0	1	1	Tordo Pico Corto (<i>Molothrus rufoaxillaris</i>)	BK
0	0	1	1	Tordo renegrado (<i>Molothrus bonariensis</i>)	BL
1	0	0	0	Tuquito Gris (<i>Empidonomus aurantioatrocristatus</i>)	BM
0	0	1	0	Yerutí Común (<i>Leptotila verreauxi</i>)	BN
0	0	1	0	Zorzal colorado (<i>Turdus rufiventris</i>)	BÑ
0	0	0	1	Juan chiviro (<i>Cyclarhis gujanensis</i>)	BO
0	1	0	1	Picabuey (<i>Machetornis rixosa</i>)	BP
0	0	1	1	Jilguero dorado (<i>Sicalis flaveola</i>)	BQ
0	0	1	1	Cata (<i>Myiopsitta monachus</i>)	BR

Matriz con gradiente de superficie para la combinación A1

C) CGS – A2

Sitios				Especies	
0 PA	1 JB	2 P.S	3 P.AR		
1	1	1	0	Halconcito Colorado (<i>Falco sparverius</i>)	AA
0	1	0	0	Anó chico (<i>Crotophaga ani</i>)	AB
0	0	0	1	Carancho (<i>Caracara plancus</i>)	AC
0	0	1	1	Carpintero Bataraz Chico (<i>Veniliornis mixtus</i>)	AD
0	0	1	1	Carpintero del Cardón (<i>Melanerpes cactorum</i>)	AE
0	0	1	1	Carpintero Real (<i>Colaptes melanochloros</i>)	AF
0	0	1	1	Celestino comun(<i>Thraupis sayaca</i>)	AG
0	0	1	1	Crestudo (<i>Coryphistera alaudina</i>)	AH
0	0	1	0	Curutí Blanco (<i>Cranioleuca pyrrhophia</i>)	AI
0	0	1	0	Charata (<i>Ortalis canicollis</i>)	AJ
0	0	1	1	chiflón (<i>Syrigma sibilatrix</i>)	AK
0	0	1	1	Chimango (<i>Milvago chimango</i>)	AL
0	0	1	1	Chingolo (<i>Zonotrichia capensis</i>)	AM
1	0	0	0	Churrinche (<i>Pyrocephalus rubinus</i>)	AN
0	0	1	0	Fiofio Grande (<i>Elaenia spectabilis</i>)	AÑ
1	0	1	0	Golondrina Negra (<i>Progne elegans</i>)	AO
0	0	1	1	Golondrina Parda (<i>Progne tapera</i>)	AP
1	1	1	1	Gorrión (<i>Passer domesticus</i>)	AQ
1	1	1	1	Pirincho (<i>Guira guira</i>)	AR
1	1	1	1	Hornero (<i>Furnarius rufus</i>)	AS
0	0	1	0	Hornero Copetón (<i>Furnarius cristatus</i>)	AT
0	0	1	0	Boyerito (<i>Icterus cayanensis</i>)	AU
0	0	1	0	Monjita Blanca (<i>Xolmis irupero</i>)	AV
0	0	1	1	Naranjero (<i>Pipraeidea bonariensis</i>)	AW
1	1	1	1	Paloma Doméstica (<i>Columba livia</i>)	AX
1	1	1	1	Paloma Manchada (<i>Patagioenas maculosa</i>)	AY
0	1	1	1	Picaflor Común (<i>Chlorostilbon lucidus</i>)	BA
0	0	1	1	Picaflor de Barbijo (<i>Helimaster furcifer</i>)	BB
1	1	1	1	Benteveo Común (<i>Pitangus sulphuratus</i>)	BC
1	1	1	1	Ratona común (<i>Troglodytes aedon</i>)	BD
1	1	1	1	Suirirí Real (<i>Tyrannus melancholicus</i>)	BE
0	0	1	1	Tero real (<i>Himantopus mexicanus</i>)	BF
0	0	1	1	Tijereta (<i>Tyrannus savana</i>)	BG
1	1	1	1	Torcacita Común (<i>Columbina picui</i>)	BH
0	0	1	1	Torcaza Común (<i>Zenaida auriculata</i>)	BI
0	0	1	1	Tordo músico (<i>Agelaioides badius</i>)	BJ
0	0	1	1	Tordo Pico Corto (<i>Molothrus rufoaxillaris</i>)	BK
1	1	1	1	Tordo renegrido (<i>Molothrus bonariensis</i>)	BL
0	0	1	0	Yerutí Común (<i>Leptotila verreauxi</i>)	BM
0	0	1	0	Zorzal colorado (<i>Turdus rufiventris</i>)	BN
0	0	1	1	Juan chiviro (<i>Cycularhis gujanensis</i>)	BÑ
1	1	1	1	Picabuey (<i>Machetornis rixosa</i>)	BO
0	0	1	1	Jilguero dorado (<i>Sicalis flaveola</i>)	BP
0	0	1	1	cata (<i>Myiopsitta monachus</i>)	BQ

Matriz con gradiente de superficie para la combinación A2

D) CGS – A3

Sitios				Especies	
0	1	2	3		
PA	IB	P.S	P.L		
0	1	1	0	Halconcito Colorado (<i>Falco sparverius</i>)	AA
0	1	0	0	Anó chico (<i>Crotophaga ani</i>)	AB
0	0	1	0	Carancho (<i>Caracara plancus</i>)	AC
0	1	1	0	Carpintero Bataraz Chico (<i>Veniliornis mixtus</i>)	AD
0	1	1	0	Carpintero del Cardón (<i>Melanerpes formicivorus</i>)	AE
0	1	1	0	Carpintero Real (<i>Colaptes melanochlorus</i>)	AF
0	1	1	0	Celestino comun (<i>Thraupis sayaca</i>)	AG
0	1	1	0	Crestudo (<i>Coryphistera alaudina</i>)	AH
0	0	1	0	Curutié Blanco (<i>Cranioleuca pyrrhophia</i>)	AI
0	0	0	0	Charata (<i>Ortalis canicollis</i>)	AJ
0	0	1	0	chiflón (<i>Syrigma sibilatrix</i>)	AK
0	1	1	0	Chimango (<i>Milvago chimango</i>)	AL
0	1	1	0	Chingolo (<i>Zonotrichia capensis</i>)	AM
0	1	1	0	Fiofío Grande (<i>Elaenia spectabilis</i>)	AN
1	1	0	1	Golondrina Negra (<i>Progne elegans</i>)	AÑ
0	0	1	0	Golondrina Parda (<i>Progne tapera</i>)	AO
1	1	1	0	Gorrion (<i>Passer domesticus</i>)	AP
0	1	1	0	Pirincho (<i>Guiraca guiraca</i>)	AQ
1	1	1	0	Hornero (<i>Furnarius rufus</i>)	AR
0	0	1	0	Hornero Copetón (<i>Furnarius cristatus</i>)	AS
0	0	0	0	Boyerito (<i>Icterus cayanensis</i>)	AT
0	1	1	0	Monjita Blanca (<i>Xolmis irupero</i>)	AU
0	0	0	1	Naranjero (<i>Pipraeidea bonariensis</i>)	AV
1	1	1	1	Paloma Doméstica (<i>Columba livia</i>)	AW
1	1	1	1	Paloma Manchada (<i>Patagioenas maculosa</i>)	AX
1	1	1	1	Picaflor Común (<i>Chlorostilbon lucidus</i>)	AY
0	1	1	1	Picaflor de Barbijo (<i>Helimaster furcifer</i>)	BA
1	1	1	1	Benteveo Común (<i>Pitangus sulphuratus</i>)	BB
1	1	1	1	Ratona común (<i>Troglodytes aedon</i>)	BC
1	1	1	1	Suirirí Real (<i>Tyrannus melancholicus</i>)	BD
0	0	1	1	Tero real (<i>Himantopus mexicanus</i>)	BE
0	0	1	1	Tijereta (<i>Tyrannus savana</i>)	BF
1	1	1	1	Torcacita Común (<i>Columbina picui</i>)	BG
1	1	1	1	Torcaza Común (<i>Zenaida auriculata</i>)	BH
0	0	1	1	Tordo músico (<i>Agelaioides badius</i>)	BI
0	0	1	1	Tordo Pico Corto (<i>Molothrus rufoaxillaris</i>)	BJ
0	0	1	1	Tordo renegrido (<i>Molothrus bonariensis</i>)	BK
0	0	1	1	Yerutí Común (<i>Leptotila verreauxi</i>)	BL
0	0	0	1	Zorzal colorado (<i>Turdus rufiventris</i>)	BM
0	0	0	1	Juan chiviro (<i>Cyclarhis gujanensis</i>)	BN
1	1	0	1	Picabuey (<i>Machetornis rixosa</i>)	BÑ
0	0	0	1	Jilguero dorado (<i>Sicalis flaveola</i>)	BO
0	0	1	1	Cata (<i>Myiopsitta monachus</i>)	BP

Matriz con gradiente de superficie para la combinación A3

E) CGS – A4

Sitios				Especies	
0 PA	1 JB	2 PI S	3 PISM		
0	1	1	1	Halconcito Colorado (<i>Falco sparverius</i>)	AA
0	1	0	0	Anó chico (<i>Crotophaga ani</i>)	AB
0	0	1	1	Carancho (<i>Caracara plancus</i>)	AC
0	0	1	1	Carpintero Bataraz Chico (<i>Veniliornis mixtus</i>)	AD
0	0	1	1	Carpintero del Cardón (<i>Melanerpes cactorum</i>)	AE
0	0	1	1	Carpintero Real (<i>Colaptes melanochloros</i>)	AF
1	1	1	1	Celestino comun (<i>Thraupis sayaca</i>)	AG
0	0	1	1	Crestudo (<i>Coryphistera alaudina</i>)	AH
0	0	0	0	Curutié Blanco (<i>Cranioleuca pyrrhophia</i>)	AI
0	0	1	0	Charata (<i>Ortalis canicollis</i>)	AJ
0	0	0	1	chiflón (<i>Syrigma sibilatrix</i>)	AK
0	0	1	1	Chimango (<i>Milvago chimango</i>)	AL
0	0	1	1	Chingolo (<i>Zonotrichia capensis</i>)	AM
0	0	0	0	Fiofio Grande (<i>Elaenia spectabilis</i>)	AN
1	1	0	1	Golondrina Negra (<i>Progne elegans</i>)	AÑ
0	0	0	1	Golondrina Parda (<i>Progne tapera</i>)	AO
1	1	1	1	Gorrión (<i>Passer domesticus</i>)	AP
0	0	1	1	Piríncho (<i>Guira guira</i>)	AQ
1	1	1	1	Hornero (<i>Furnarius rufus</i>)	AR
0	0	1	0	Hornero Copetón (<i>Furnarius cristatus</i>)	AS
0	0	0	1	Boyerito (<i>Icterus cayanensis</i>)	AT
0	0	0	0	Monjita Blanca (<i>Xolmis irupero</i>)	AU
0	0	0	1	Naranjero (<i>Pipraeidea bonariensis</i>)	AV
1	1	1	1	Paloma Doméstica (<i>Columba livia</i>)	AW
1	1	1	1	Paloma Manchada (<i>Patagioenas maculosa</i>)	AX
1	1	1	1	Picaflor Común (<i>Chlorostilbon lucidus</i>)	AY
1	1	1	1	Picaflor de Barbijo (<i>Heliomaster furcifer</i>)	BA
1	1	1	1	Benteveo Común (<i>Pitangus sulphuratus</i>)	BB
1	1	0	1	Ratona común (<i>Troglodytes aedon</i>)	BC
1	1	1	1	Suirirí Real (<i>Tyrannus melancholicus</i>)	BD
0	0	0	1	Tero real (<i>Himantopus mexicanus</i>)	BE
0	0	0	1	Tijereta (<i>Tyrannus savana</i>)	BF
1	1	1	1	Torcacita Común (<i>Columbina picui</i>)	BG
1	0	0	1	Torcaza Común (<i>Zenaida auriculata</i>)	BH
0	0	0	1	Tordo músico (<i>Agelaioides badius</i>)	BI
0	0	1	1	Tordo Pico Corto (<i>Molothrus rufoaxillaris</i>)	BJ
1	1	1	1	Tordo renegrido (<i>Molothrus bonariensis</i>)	BK
0	0	0	0	Yerutí Común (<i>Leptotila verreauxi</i>)	BL
0	0	1	0	Zorzal colorado (<i>Turdus rufiventris</i>)	BM
0	0	0	1	Juan chiviro (<i>Cyclarhis gujanensis</i>)	BN
0	0	1	1	Picabuey (<i>Machetornis rixosa</i>)	BÑ
0	0	0	1	Jilguero dorado (<i>Sicalis flaveola</i>)	BO
0	0	1	1	Cata (<i>Myiopsitta monachus</i>)	BP

Matriz con gradiente de superficie para la combinación A4

F) SGS

Sitios					Especies	
0	1	2	3	4		
P.S	P.A.R	P.L	P.A.F	P.SM		
0	1	0	0	0	Halconcito Colorado (<i>Falco sparverius</i>)	AA
0	1	0	0	0	Carpintero Bataraz Chico (<i>Veniliornis mixtus</i>)	AD
1	0	0	1	1	Celestino comun (<i>Thraupis sayaca</i>)	AG
0	0	0	1	1	Crestudo (<i>Coryphistera alaudina</i>)	AH
0	0	1	0	0	Churrinche (<i>Pyrocephalus rubinus</i>)	AN
1	1	1	1	1	Golondrina Negra (<i>Progne elegans</i>)	AO
1	1	1	1	1	Gorrión (<i>Passer domesticus</i>)	AQ
0	1	1	0	0	Pirincho (<i>Guira guira</i>)	AR
1	1	1	1	1	Hornero (<i>Furnarius rufus</i>)	AS
1	1	1	1	1	Paloma Doméstica (<i>Columba livia</i>)	AX
1	1	1	1	1	Paloma Manchada (<i>Patagioenas maculosa</i>)	AY
1	1	0	1	1	Picaflor Común (<i>Chlorostilbon lucidus</i>)	BA
1	1	0	0	1	Picaflor de Barbijo (<i>Helimaster furcifer</i>)	BB
1	1	1	1	1	Benteveo Común (<i>Pitangus sulphuratus</i>)	BC
1	1	1	0	0	Ratona común (<i>Troglodytes aedon</i>)	BD
1	1	1	0	1	Suirirí Real (<i>Tyrannus melancholicus</i>)	BE
1	1	1	1	1	Torcacita Común (<i>Columbina picui</i>)	BH
1	0	1	1	0	Torcaza Común (<i>Zenaida auriculata</i>)	BI
0	0	0	0	1	Tordo Pico Corto (<i>Molothrus rufoaxillaris</i>)	BK
1	0	0	0	1	Tordo renegrado (<i>Molothrus bonariensis</i>)	BL
0	0	0	1	0	Tuquito Gris (<i>Empidonomus aurantioatrocristatus</i>)	BM
0	1	1	1	1	Picabuey (<i>Machetornis rixosa</i>)	BP

Matriz sin gradiente de superficie